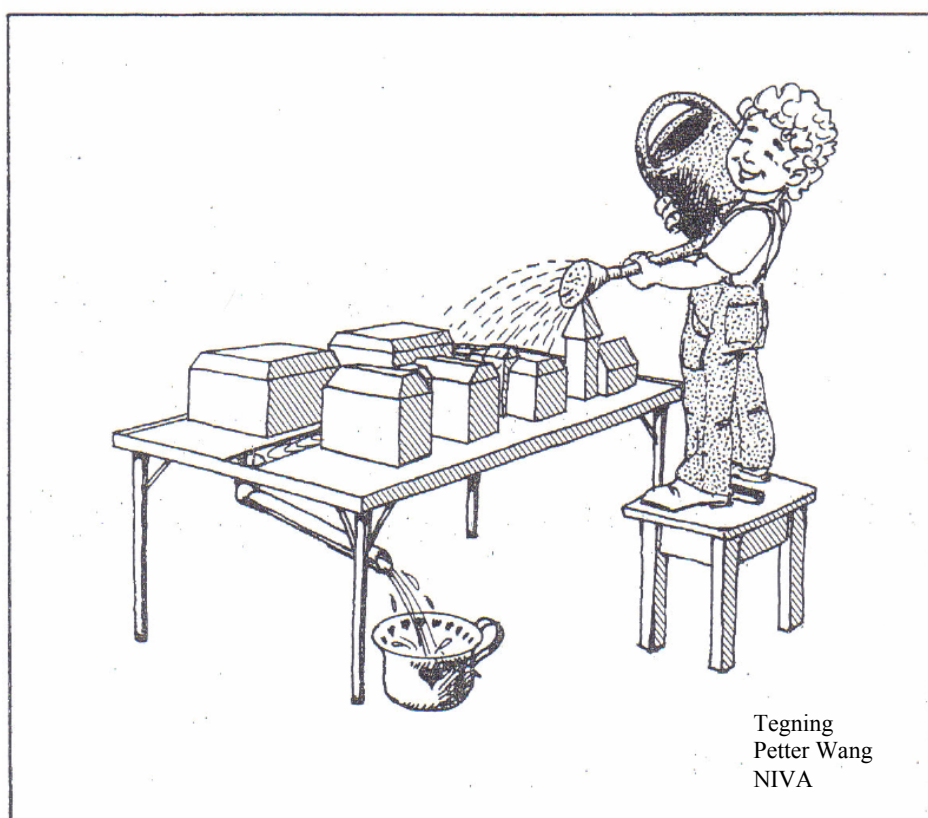




RAPPORT LNR 5304-2006

Fortolkning av  
forurensningsforskriftens  
forbehold om "uvanlige forhold"  
vedrørende analyseresultater



## Norsk institutt for vannforskning

# RAPPORT

### Hovedkontor

Gaustadalleen 21,  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

### Sørlandsavdelingen

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

### Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

### Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

### Midt-Norge

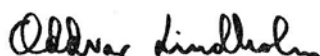
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86  
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Fortolkning av forurensningsforskriftens forbehold om "uvanlige forhold" vedrørende analyseresultater	Løpenr. (for bestilling) 5304 - 2006	Dato 12. desember 2006
	Prosjektnr. Undernr. O - 26305	Sider Pris 59
Forfatter(e) Lindholm, Oddvar Bomo, Anne-Marie Hovind, Håvard Liltved, Helge Vogelsang, Christian	Fagområde VA-teknikk	Distribusjon
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) SFT ved Harald Gaarde	Oppdragsreferanse Kontrakt SFT nr. 3006029
---	--

<p>Resymé</p> <p>NIVA har utredet sentrale spørsmål omkring begrepet "uvanlige forhold" som brukes i forurensningsforskriften og som kan påberopes hvis et avløpsrenseanlegg ønsker å unnta en prøve fra kontrollrutinene. Det er gjort en vurdering av hvordan man kan konkretisere når uvanlige forhold kan aksepteres som unntaksgrunn.</p> <p>Følgende fire områder er gjennomgått:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Analysetekniske forhold og analysefeil</li> <li>-Uvanlige forhold knyttet til avløpsrenseanlegg</li> <li>-Uvanlige værforhold</li> <li>-Påslipp og tilførsler av uforutsette forbindelser</li> </ul>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forurensningsforskriften</li> <li>2. Uvanlige forhold</li> <li>3. Analyser</li> <li>4. Unntak</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regulation for pollution control</li> <li>2. Unusual situations</li> <li>3. Analyses</li> <li>4. Exception</li> </ol>
---	--



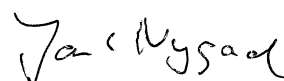
Prosjektleder

Oddvar Lindholm



Forskningsleder

Helge Liltved



Fag- og markedsdirektør

Jarle Nygard

O-26305

**Fortolkning av  
forurensningsforskriftens forbehold om  
”uvanlige forhold” vedrørende  
analyseresultater**

## Forord

NIVA har på oppdrag fra SFT utredet og fortolket forurensningsforskriftens bestemmelser om hvilke prøvetakinger på avløpsrenseanlegg som det kan sees bort fra når forholdene i prøvetakingsperioden kan sies å ha vært ”uvanlige” slik som ved meget sterke regn o.l.

Rapporten har en gjennomgang av tilgjengelig materiale internasjonalt og nasjonalt og er ment å skulle være en hjelp til kommuner og myndigheter. Målet har vært at myndighetene lettere skal kunne fastslå om man i et gitt tilfelle har ”uvanlige forhold” og at renseanleggeier i så fall kan slette den aktuelle prøven.

SFT ønsket videre anvisninger på hvordan anleggseiere/kommuner kan sikre akseptabel dokumentasjon på at uvanlige forhold virkelig forelå på prøvetidspunktet.

Det er tatt kontakter med en rekke norske organisasjoner og faglige nøkkelpersoner, samt til utenlandske relevante fagorganer.

Nyttige synspunkter og kommentarer kom også frem på NORVARs fagseminar om avløp 2. november 2006, hvor NIVA presenterte en del foreløpige resultater.

Harald Gaarde har vært SFTs kontaktperson og har bidratt med nyttige innspill under arbeidet med rapporten. Ingunn Lindemann fra SFT har også deltatt i prosessen med å få en mest mulig tjenelig rapport.

Oslo, 12. desember 2006

Helge Liltved

# Innhold

<b>1. Sammendrag og konklusjoner</b>	<b>5</b>
<b>2. Innledning</b>	<b>7</b>
2.1. Utdrag fra NORVAR-notat om definisjoner i avløpsdirektivet	7
2.2 Nye kontakter med andre land	9
<b>3. Konkretisering av uvanlige forhold knyttet til vær</b>	<b>11</b>
3.1. Problembeskrivelse	11
3.2. Regelverk og retningslinjer knyttet til værforhold	13
3.3. Beregninger på et konstruert avløpsfelt	15
3.4. Konkretisering av uvanlig vær og dokumentasjon på dette	16
<b>4. Påslipp og tilførsler av uforutsette forbindelser</b>	<b>17</b>
4.1 Avgrensning av begrepet ”uforutsette forbindelser”	17
4.2 Oversikt over kilder til uforutsette forbindelser	17
4.3 Registrering av påslipp på renseanlegget	19
4.4 Betydning av påslipp for ulike typer avløpsrenseanlegg	22
4.5 Konklusjon om påslipp	24
<b>5. Uvanlige forhold ved avløpsrenseanlegg</b>	<b>26</b>
<b>6. Analyser og analysefeil</b>	<b>32</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>35</b>
<b>8. Vedlegg 1. Beregninger fra et konstruert avløpsfelt</b>	<b>36</b>
<b>9. Vedlegg 2. Konsentrasjon i utløpet fra avløpsfeltet som funksjon av overvannsmengden og andre sentrale parametere.</b>	<b>45</b>
<b>10. Vedlegg 3. Svar fra utenlandske institusjoner</b>	<b>48</b>
<b>11. Vedlegg 4. Typiske forurensningsparametere for et utvalg industrivirksomheter med høyt forurensningspotensial.</b>	<b>50</b>
<b>12. Vedlegg 5. Spørreskjema</b>	<b>53</b>
<b>13. Vedlegg 6. Prinsipper for analysemetodene.</b>	<b>58</b>

# 1. Sammendrag og konklusjoner

Forurensningsforskriften gir mulighet til å se bort fra en prøvetaking på avløpsrenseanlegg når forholdene i prøvetaksperioden kan sies å ha vært "uvanlige", slik som for eksempel ved meget sterke regn. "Uvanlige" forhold kan ikke påberopes hvis man med en rimelig planlegging og beredskap kunne ha unngått den uvanlige situasjonen. I rapporten er det gjort en vurdering av hva som er uvanlige forhold, og hvordan man kan konkretisere når uvanlige forhold kan påberopes.

## Uvanlige forhold pga. regnvær eller snøsmelting.

NIVA foreslår at en prøve unntas fra rapporteringen til myndighetene dersom innløpskonsentrasjonen i døgnblandprøven ligger lavere enn 1,5 ganger standardavvik under middel.

Dette er i overensstemmelse med NORVAR-notat (2002), hvor man foreslår at det foreligger en "uvanlig" situasjon hvis konsentrasjonen i innløpet ligger mer enn 1,5 ganger standardavvik fra middel.

Selv regn som forekommer ganske hyppig gir fortynninger/konsentrasjoner i korte perioder i innløpet til renseanlegget som ligger langt under 1,5 x standardavvik ( $\sigma$ ) under middel. Gjentakintervallet for et regn som gir en kortvarig influentkonsentrasjon på under dette kravet kan være flere ganger pr. måned. De nevnte konsentrasjonene oppstår imidlertid bare i en kort periode på noen minutter. Dersom man vil kreve at konsentrasjonen i en døgnblandprøve skal ligge 1,5  $\sigma$  lavere enn middel, vil det være naturlig å se på regn med varighet på 24 timer. Hyppigheten til slike regn, som medfører at det nevnte kravet oppfylles, opptrer på Ås (valgt som nedbørstasjon i denne rapporten) ca. en gang pr. år. Å bruke vannføring foran eller i overløpet, ved eller i renseanlegget, vil være meget usikkert og dels urettferdig. Dette fordi overvann kan ha blitt avlastet oppstrøm i svært mange overløp spredd ut i hele avløpsfeltet, før det overskytende av vannføringen når frem til renseanlegget.

## Påslipp og tilførsler av uforutsette forbindelser

I den grad det skal være anledning til å påberope seg unntak fra rapportering av en måleverdi på grunn av et uforutsett påslipp, bør dette påslippets kilde, størrelse og effekt på renseresultatet dokumenteres. Hvis mer normale årsaker til høye konsentrasjoner i innløpet kan utelates, er det naturlig å søke etter kilden hos abonnenter med forventede høye potensielle påslipp eller med potensielle påslipp av hemmende forbindelser. Størst drifts- og rensetekniske problemer kan man forvente på biologiske renseanlegg. Når det gjelder toksisk virkning av et påslipp, kan det være vanskelig å identifisere én forbindelse som (eneste) synder. Det kan derfor være fornuftig å teste påslipp fra flere mulige syndere med samme hemmingstest, som man benytter på eget innløp, samtidig som man dokumenterer ens egne rensetrinns påvirkning på toksisiteten. Mistenker man at man har uautoriserte påslipp, kan det være nødvendig å installere on-line-utstyr for kontinuerlig overvåkning av for eksempel pH.

Helt sentralt er at man gjennomfører en risikoanalyse for påslipp fra de abonnentene man har, og at man ut fra dette innfører tiltak og utstyr for å kunne dokumentere hendelsens varighet og karakter.

## Uvanlige forhold knyttet til avløpsrenseanleggets drift

I en gjennomført kartleggingsundersøkelse er det 16 hendelser som er vurdert som uforutsette uvanlige hendelser. De hendelsene som ble hyppigst nevnt var strømbrydd, industripåslipp og ekstrem nedbør. Andre hendelser er feil/havari på blåsemaskin, feil på kjemikaliedosering eller havari på kjemikaliepumpe, feil på dataprogram for styring av kjemisk rensing, luftslanger som ryker, problemer med oppstart av renseanlegget, oversvømmelse av kjeller med vitalt utstyr, innlekking av sjøvann, stor innlekking pga. snøsmelting, brydd på avløpsledning umiddelbart nær renseanlegget, tett innløp, ukontrollert påslipp av slam fra vannverk, ukontrollert påslipp fra utråtningsanlegg eller avfalldeponi. For å kunne påberope seg unntak pga. slike hendelser må man dokumentere hendelsen, dennes varighet, samt effekten på renseprosessen. Eksempler på dokumentasjonsmåter er vist i kapittel 5.

**Hvordan oppdage feil ved prøvetaking og analyse?**

- Kontroller at konsentrasjonen av ortofosfat er mindre enn totalfosfor, og at summen av nitritt, nitrat og ammonium er mindre enn totalnitrogen.
- Den filtrerte prøven skal være mindre enn den ufiltrerte.
- Det er sannsynlig at feil foreligger dersom forholdet mellom KOF og BOF<sub>5</sub> ligger utenfor intervallet 2,0 til 4,1 i innløpsprøver og utløpsprøver fra mekaniske renseanlegg, og mellom 2,2 og 4,5 i utløpsprøver fra kjemiske renseanlegg, samt hvis forholdet mellom BOF<sub>5</sub> og SS er større enn 1,0 på innløpsvann og utløpsvann fra mekaniske renseanlegg.
- Hvis utløpskonsentrasjonen av en parameter er større enn innløpskonsentrasjonen tyder også dette på en feil, hvis det ikke har vært unormale forhold i prøvedøgnet.

## 2. Innledning

Forurensingsforskriften åpner for at en prøvetaking på et utslipp kan forkastes og ikke telle med i renseresultatene, som skal rapporteres til forurensningsmyndighetene, dersom prøvetakingen skjedde på et tidspunkt der man kan påvise at det var uvanlige forhold.

Ordlyden i forskriften er som følger:

### Forurensningsforskriften § 13-15, Vurdering av analyseresultater

- ”Den ansvarlige skal korrigere analyseresultatene for avløpsvann som i prøvetakingsperioden har gått utenom prøvetakingsstedet, herunder spesielt for overløp i eller ved renseanlegget.

Det skal ikke tas hensyn til ekstreme analyseverdier dersom disse skyldes uvanlige forhold, som for eksempel kraftig nedbør”.

Kommunen er selv myndighet for avløpsanlegg etter § 13 som for øvrig gjelder for utslipp større enn 50 pe og mindre enn 2000 pe til ferskvann og elvemunning eller mindre enn 10 000 pe til sjø.

Også i § 14-13 Vurdering av analyseresultater, gjentas den siste setningen i den nevnte § 13-15, samt i vedlegg 1 punkt D avsnitt 5.

Fylkesmannen er forurensningsmyndighet for avløpsanlegg nevnt i § 14, som for øvrig gjelder anlegg større enn de som er nevnt i § 13.

I NORVAR-notatet ”Problemstillinger omkring definisjoner i EUs avløpsdirektiv”, som er laget av Aquateam på oppdrag fra SFT og NORVAR, er det fremmet forslag til definisjon av ekstreme verdier, forslag til definisjoner av usedvanlige omstendigheter og forslag til definisjon av kraftig nedbør.

### **2.1. Utdrag fra NORVAR-notat om definisjoner i avløpsdirektivet**

I det nevnte NORVAR-notatets avsnitt 1.1 med underavsnittene 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3. og 1.1.4 er det en del sentrale konklusjoner som er gjengitt i foreliggende NIVA-rapport. Dette gir et nyttig utgangspunkt for lesning av denne NIVA-rapporten.

#### **2.1.1 Kriterier i EU-land som det er naturlig å sammenligne oss med**

Skottlands miljødirektorat EPA (1998) har definert ”usedvanlige omstendigheter” til å være:

- Større ombyggingsarbeider
- Streiker
- Forsøkskjøring av renseprosesser for å bestemme dimensjoneringskriterier
- Uventede utslipp (for eksempel som følge av trafikkulykke eller brannsløkking), som avløpsetaten ikke har kontroll over

”Kraftig nedbør” er av Skottlands miljødirektorat gjort om til ”usedvanlige værforhold” og definert som:

- Lav omgivelsestemperatur slik at utløpsvannets temperatur blir 5°C eller mindre, eller at mekanisk utstyr på anlegget fryser
- Betydelige snømengder



- Tidevanns- eller elveoversvømmelse
- Værforhold som forårsaker uforutsette brudd på strømtilførselen til renseanlegget, og som ikke kan utbedres ved provisorisk bruk av eksisterende strømgeneratorer på anlegget

### **2.1.2 Forslag til definisjon av ekstreme verdier i Norge**

Analyseresultater som ligger mer enn 1,5 ganger standardavviket ( $\sigma$ ) fra middelverdien er ekstreme verdier. Middelverdier og standardavvik beregnes på grunnlag av alle analyseresultater som er tatt for den aktuelle parameteren på det aktuelle prøvetakingsstedet.

### **2.1.3 Forslag til definisjon av usedvanlige omstendigheter i Norge**

1. Deler av eller hele renseanlegget har vært ute av drift eller ikke fungert tilfredsstillende i prøveperioden som følge av for eksempel:
  - større ombygginger (i slike tilfeller bør anleggseier søke om en midlertidig utslippstillatelse med mindre strenge krav i byggeperioden)
  - streiker som har påvirket renseresultatet
  - værforhold som forårsaker uforutsette brudd på strømtilførselen til renseanlegget, og som ikke kan utbedres ved provisorisk bruk av eksisterende strømgeneratorer på anlegget.
  - oversvømmelse av (deler av) anlegget
  - forgiftning av biomassen i biologisk rensetrinn
  - akutte og uforutsette utslipp fra industribedrifter eller annen virksomhet (for eksempel syrebad eller lut, olje, utslipp fra brannsløkking eller opprydding etter ulykker), som ikke anleggseier har kontroll med
2. Et analyseresultat er usannsynlig i forhold til andre analyserte parametere, eller innløps- eller utløpsprøven har en usannsynlig sammensetning. Følgende kriterier foreslås:
  - Filtrert  $\text{BOF}_5$  eller KOF er høyere enn ufiltrert  $\text{BOF}_5$  eller KOF
  - Utløpskonsentrasjonen av en parameter er større enn innløpskonsentrasjonen (hvis det ikke har vært unormale forhold i prøvedøgnet)
  - Forholdet mellom KOF og  $\text{BOF}_5$  ligger utenfor intervallet 2,0 til 4,1 i innløpsprøver og utløpsprøver fra mekaniske renseanlegg, og mellom 2,2 og 4,5 i utløpsprøver fra kjemiske renseanlegg
  - Forholdet mellom  $\text{BOF}_5$  og SS er større enn 1,0 på innløpsvann og utløpsvann fra mekaniske renseanlegg

### **2.1.4 Forslag til definisjon av kraftig nedbør i Norge**

”Kraftig nedbør” bør defineres som et regn av en viss intensitet eller snøsmelting som gir like stor avrenning, eller ut fra kapasiteten til avløpssystemet. Det vil i Norge ikke være hensiktsmessig å knytte det til lav temperatur i avløpsvannet eller store snømengder, slik man har gjort i Skottland, fordi renseanlegg i Norge er bygd for å tåle slike værforhold. Det vil kanskje være mer naturlig å definere ”kraftig nedbør” som værforhold som gir avløpsmengder som overstiger renseanleggets kapasitet, eller som har en viss intensitet. I NS-EN 752 er brukt kritisk regnintensitet, normalt mellom 10 l/s·ha (impermeable flater) og 30 l/s·ha (permeable arealer), avhengig av resipientens følsomhet. Oversvømmelse og strømbrudd på grunn av kraftig nedbør er tatt med på listen over ”usedvanlige omstendigheter”.

## 2.2 Nye kontakter med andre land

A) I en epost 28.06.2006 fra Svenskt Vatten sier Anders Lind:

” Svenskt Vatten har inte gjort någon egen bedömning i frågan”.

B) I kommunikasjon med Naturvårdsverket går det frem at normale regn, normalt lave temperaturer som er årlig tilbakekommende, normalt vedlikehold og forutsigbare sesongvariasjoner ikke skal regnes som uvanlige forhold. Om regnintensiteter mener Naturvårdsverket at et to-årsregn bør anses som normalt, og dermed ikke føre til unntak fra kravene.

C) I en email fra Miljøstyrelsen i Danmark 24. august 2006 sier Mogens Kaasgaard at i Danmark utføres kontroll med utslipp fra avløpsrenseanlegg i henhold til en Dansk standard DS2399 Annex A. 2006. Denne er basert på en statistisk metode som tar hensyn til at det vil være et visst antall uvanlige verdier som skyldes f.eks. ekstreme regnhendelser. Den danske standarden er basert på en større statistisk bearbeidning av mange danske anlegg for å belyse konsekvensene av forskjellige valg. Man så også på såkalte statistiske ”outliers”, og de ble ikke tatt ut. Man gjorde forskjellige øvelser for å se på betydningen av disse. I standarden logaritmeres data og det betyr at de ikke vektet så tungt. Danmark bruker dermed ikke muligheten for å ta ekstreme verdier ut av avløpskontrollene som følge av ekstrem nedbør eller andre uvanlige forhold.

Denne danske metoden, med gjeldende norske forurensingsforskrift, er ikke aktuell i Norge.

D) I en mail fra UKs miljødirektorat (Defra) 3. oktober 2006 vises det til følgende reglement om hva som kan bedømmes å være ”Unusual conditions”:

### THE URBAN WASTE WATER TREATMENT REGULATIONS

2.3.1 For the purpose of this *registered standard / consent* the works shall be deemed to have been under ‘normal operating conditions’ except during a period when the following apply:

- a. ‘Unusual weather conditions’ which shall include the following:
  - i) low ambient temperature as evidenced by effluent temperature of 5°C or less, or by the freezing of mechanical equipment in the works;
  - ii) significant snow deposits;
  - iii) fluvial flooding;
  - iv) weather conditions causing unforeseen loss of power to the works which could not be ameliorated by the reasonable provision and operation of standby generator facilities.
- b. A reduction in the level of treatment due to periods of industrial action or acts of vandalism that could not have been reasonably prevented.
- c. When the Regulator has issued a variation of the registered standard for reasons such as construction of capital works.

It is standard practice in the UK to take account of local climatic conditions.

E) 21 internasjonale forskningsinstitutter har blitt kontaktet via det internasjonale nettverket Euraqua (European Network of Freshwater Research Organisations), for å få informasjon om begrepet "uvanlige forhold". Responsen har vært beskjeden. Pr. 20. november er kun én tilbakemelding mottatt. I en email fra det franske "Freshwater System Department" sies det at:

"The european authorities never had defined these Unusual situations introduced in the 1991 directive. It may concern very different cases or situation ((regional power failure, commercial plane landing on the rotative scraping device superstructure of a secondary clarifier....) Nevertheless, the example of unusual heavy rainfall is cited and leads more easily than others to a statistical occurrence evaluation (very different in as diverse climatic areas as Sweden and south France). Considering that issue, in France we consider that an event more frequent than, say 4 or 6 - max - time a year, would not be accepted by Europe as unusual. And that statement had been considered ten years ago as a correct basis to avoid irrelevant use of the unusual conditions. That makes no trouble at all for the biggest plants where sampling and analytical results are very frequent but keeps more room for interpretation at the smallest WWTP."

Den manglende responsen fra mange land bunner antagelig i stor grad i at landene ikke har utredet eller spesifisert hvordan uvanlige forhold skal defineres. Det ser ut til at Storbritannia har den mest spesifiserte listen av alle EU-land.

### 3. Konkretisering av uvanlige forhold knyttet til vær

#### 3.1. Problembeskrivelse

I dette kapittelet vil vi gå nærmere inn på uvanlige forhold knyttet til klimatiske hendelser og flom. Dersom de framtidige klimaprognosene slår til, vil været i store deler av landet bli varmere og fuktigere, og hyppigheten av ekstremvær (uvanlige forhold) vil bli høyere. Ekstrem nedbør vil påvirke avløpsrenseanleggene og deres evne til å rense. Stor fortynning og stor hydraulisk belastning vil gi ugunstige forhold.

Når det gjelder begrepet uvanlige forhold m.h.t. våtvær kan vi skille mellom to problemstillinger:

- A) Et regnvær er så intenst og spesielt at det forårsaker større avrenning enn det avløpssystemet er dimensjonert for, og skader oppstår på kjellere, hus og infrastruktur.
- B) Et regnvær er så intenst eller voluminøst at analyseresultatene for forurensningsparametere til og fra et avløpsrenseanlegg ikke bør telle med i resultatene, som skal gi forurensningsmyndighetene informasjon om renseanlegget drives i henhold til utslippstillatelsen.

Når det gjelder erstatningssaker for flommer, skapt av "uvanlig" nedbør, er det i dag mange dommer fra tingrettssaker der forurensningslovens § 24 a har kommet til anvendelse. Forurensningsloven § 24 a har følgende ordlyd:

« Anleggseieren er ansvarlig uten hensyn til skyld for skade som et avløpsanlegg volder fordi kapasiteten ikke strekker til eller fordi vedlikeholdet har vært utilstrekkelig.... ».

Selv om loven ikke lenger i klartekst sier at force majeure-regn kan påberopes som ansvarsbefriende for anleggseier, har flere domsavsigelser fastslått at regn av force majeure-karakter fortsatt må være ansvarsbefriende. Det har vært opp til domstolene via rettspraksis å vurdere grensen for regngjentaksintervallet som er ansvarsbefriende. Dette har variert fra 15-30 år til over 50 år for nyere dommer.

Punkt B) representerer den problemstillingen som denne rapporten diskuterer.

Dersom man vil bruke gjentaksintervall for nedbør som en grense for hva som er uvanlige forhold i prøvetakingssammenheng, blir dette svært hyppigere gjentaksintervall (og dermed meget mindre intense regn) enn det man bruker for dimensjonering av avløpsnett.

Ved et stort regn vil mesteparten av overvannet avlastes i mange overløp i ledningsnett og i overløpet umiddelbart før eller i renseanlegget. Overløpet umiddelbart før renseprosessen skal beskytte anlegget mot hydrauliske sjokkbelastninger og er normalt innstilt på den såkalte  $Q_{maksdim}$  (SFT 1983), som ofte er ca. 2-3 ganger midlere tørrværsavrenningen. (Wedum 1984).

Forskjellen mellom uvanlig store regn og mer moderate store regn er i hovedsak at fortynningen av spillvannet i influenten til renseanlegget øker.

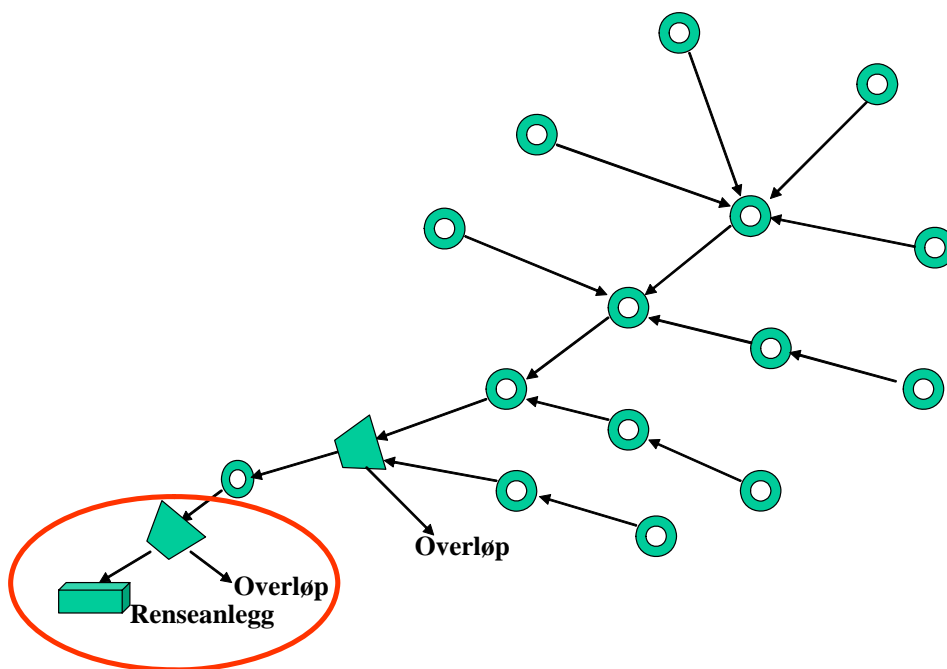
Når det gjelder krav til gjentaksintervall for store regn som renseanlegget skal tåle, kan man snakke om to situasjoner:

- Gjentaksintervall som anlegget skal tåle uten at det flommer overvann ukontrollert inn i anlegget og uten at måleutstyr og komponenter blir ødelagt. Renseanlegget med sine overløp, er en del av avløpssystemet og bør som sådan tåle de gjentaksintervaller som er vist i tabell 5.2 uten å oversvømmes eller skades.
- Gjentaksintervall som medfører at man får et stort tap av avløpsvann i renseanleggets overløp eller en fortynning i innløpet, som gir et galt inntrykk av renseeffekten til renseanlegget. Fordi innløpet får en meget lav konsentrasjon og utløpet omtrent beholder sin vanlige konsentrasjon, beregnes en unormalt lav renseeffekt. Dette slår sterkt ut i beregnet årlig midlere renseeffekt hvis det tas få prøver i løpet av et år.

Noen momenter om bruk av et gjentakintervall som grense for uvanlige forhold.

-Et stort regn vil normalt føre til at innløpskonsentrasjonen til avløpsrenseanlegget går ned, straks etter et forholdsvis kortvarig "first flush" er over. Varigheten på en first flush-hendelse vil normalt være ganske kort i forhold til prøveuttaket i en døgnblandprøve. Dersom utslippstillatelsen har rensekravet angitt som en minimums renseeffekt, vil et slikt regn gi inntrykk av lav renseeffekt fordi innløpskonsentrasjonen blir lav mens utløpskonsentrasjonen ikke senkes tilsvarende mye. Dersom kravet derimot er formulert som et maksimalt antall kg ut av renseanlegget pr. dag/uke eller år, eller som en maksimumskonsentrasjon ut, vil et regn som senker innløpskonsentrasjonen nødvendigvis ikke gi uheldige målinger for avløpsrenseanlegget. For fosfor er imidlertid alltid rensekravet angitt som % renseeffekt.

-I forurensningsforskriftens § 13-15 og § 14-13 står at den ansvarlige skal korrigere analyseresultatene for avløpsvann som i prøvetakingsperioden har gått utenom prøvetakingsstedet, herunder spesielt for overløp i eller ved renseanlegget. Det er imidlertid et problem at det kan være mange overløp spredd utover hele avløpsledningsnettet, og spørsmålet er hvilke av overløpene som skal regnes med i renseresultatene. Er det bare overløp inne i selve renseanlegget, eller regner man med alle overløp nærmere enn for eksempel 1000 meter fra anlegget, eller burde man regne med alle overløp i hele avløpsfeltet? Avløpsverket kan eventuelt bedre renseresultatene ved å strupe overløp som ligger rett oppstrøms den sonen hvor de overløpene ligger som skal medregnes i renseresultatet.



Figur 3.1. Renseresultatet under et regn i prøvetakingsperioden kan bedres ved å strupe overløp som ligger oppstrøms overløpet i eller ved renseanlegget.

-Spørsmålet er om et regn som medfører en svært stor overløpsmengde, som går utenom renseanlegget, og som må regnes med i renseresultatet skal medføre en utelatelse av den aktuelle

prøvetakingen. Fordi det er ganske "tilfeldig" hvor mye som når frem til avløpsrenseanlegget, etter alle overløp i selve avløpsfeltet har gjort sine avlastninger, kan bruk av en minimums-konsentrasjon i innløpet på  $1,5 \times$  standardavvik ( $\sigma$ ) under middel være et operativt kriterium.

Enkelte har hevdet at dette favoriserer dårlige ledningsnett. Imidlertid medfører et godt ledningsnett en lavere  $\sigma$  enn  $\sigma$  for et dårlig nett. Dette betyr igjen at et godt nett får unntak ved et regn med lavere intensitet og større hyppighet enn det et dårlig nett gjør.

-Dersom myndighetene hadde satt et minimum gjentakintervall for regn, som kunne påberopes som en "uvanlig situasjon", kunne avløpsverket få problemer med å dokumentere at regnintensiteten og avrenningsforholdene var uvanlige. Følgende forhold medvirker til det:

- Manglende nærhet til en pålitelig nedbørmåler. Store, intense regn kan være svært lokale med bare 3-4 km<sup>2</sup> utstrekning.
- I meget store avløpsfelt burde man ha et nett med nedbørmålere som hver bare dekket ca 10-20 km<sup>2</sup>. I store kommuner vil dette bli urimelig kostbart, så det må vurderes av hver kommune hva som er en akseptabel dekningsgrad i forhold til økonomi.
- Manglende datamodell for avløpsfeltet og avløpsnettet, som kan beregne vannføringer på basis av regnintensiteter og avrenningsforholdene på overflatene. Klimaeffekter har gjort vintrene mer ustabile med hyppigere skiftninger fra frost og til milde perioder. Regn på frossen mark medfører at nesten alt renner av i hele feltet. I felt med mye permeable flater kan dette være den ugunstigste situasjonen. Denne situasjonen oppstår primært om vinteren og man kan derfor ikke bruke de normale regnkurvene (IVF-kurvene), da disse er basert på de kraftige sommerregnene. I mer urbane strøk er normalt sommerregnene dimensjonerende.
- Målinger av vannføring foran eller etter avløpsrenseanlegget sier ikke noe om regnintensitetene fordi det skjer store avlastninger i mange overløp i avløpsledningsnettet og i overløp foran avløpsrenseanlegget.
- Selv om regnintensiteten er så stor at den på et tidspunkt medfører stor fortynning trenger ikke dette å bety så mye i en døgnblandprøve, dersom forholdet bare varer svært kort tid. Tidsintegralet over døgnet av overvannsføringen er det relevante, ikke bare en toppverdi som kan ha kort varighet.

### 3.2. Regelverk og retningslinjer knyttet til værforhold

Avløpsledningsnett som transporterer overvann dimensjoneres slik at de ved et visst gjentakintervall for nedbør ikke skal bli overbelastet. Den europeiske standarden EN 752 er tatt inn som en norsk standard NS-EN 752. Tabell 3.1 viser gjentakintervaller for dimensjonerende nedbør fra NS-EN 752, gjeldende som Norsk standard fra 1997.

Det er ikke angitt at tabell 3.1 gjelder noe bestemt system. Man må derfor gå ut fra at den gjelder både for separat- og fellesavløpssystem. Venstre side av tabellen er tenkt brukt på mindre avløpsfelt med det angitte dimensjonerende regn. Ledningene skal da ikke fylles mer enn til topp av rørene for den regnhypighet som er vist. Høyre side i tabellen er tenkt brukt for større felt, når skader kan oppstå, samt når hydrodynamiske modeller brukes. I følge NS-EN 752 kan man da la oppstuvningen av overvannet i ledningsnettet gå opp til marknivået eller kjellernivået dersom det er kjellere i hus knyttet til nettet.

Tabell 3.1. Dimensjonerende hyppigheter ifølge Norsk standard NS-EN 752 1997.

<b>Dimensjonerende regnskyllhyppighet (1 i løpet av "n" år)*</b>	<b>Plassering</b>	<b>Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet (1 i løpet av "n" år)**</b>
1 i løpet av 1	Landbruksområder	1 i løpet av 10
1 i løpet av 2	Boligområder	1 i løpet av 20
1 i løpet av 2 1 i løpet av 5	Bysenter/industriområder/forretningsstrøk -med oversvømmelseskontroll -uten oversvømmelseskontroll	1 i løpet av 30
1 i løpet av 10	Undergrunnsbane/underganger	1 i løpet av 50

\* Ledningsnettets skal bare fylles til topp rør ved dimensjonerende regn.

\*\* Oversvømmelsesnivået skal normalt regnes til marknivået.

Tabell 3.2 viser minimum gjentakintervall som NORVAR anbefaler brukt, dersom man ikke selv beregner et optimalt gjentakintervall for det aktuelle feltet.

Tabell 3.2 NORVARs anbefalte minimums dimensjonerende hyppigheter for separat- og fellesavløpssystem.

<b>Dimensjonerende regnskyllhyppighet * (1 i løpet av "n" år)</b>	<b>Plassering</b>	<b>Dimensjonerende ** oversvømmelseshyppighet (1 i løpet av "n" år)</b>
1 i løpet av 5	Områder med lavt skadepotensiale (utkantområder, landbrukskommuner)	1 i løpet av 10
1 i løpet av 10	Boligområder	1 i løpet av 20
1 i løpet av 20	Bysenter/industriområder/forretnings-strøk	1 i løpet av 30
1 i løpet av 30	Undergrunnsbane/underganger/ underjordiske næringsområder	1 i løpet av 50

\* Ledningsnettets skal bare fylles til topp av rør ved dimensjonerende regnskyllhyppighet.

\*\* Oversvømmelsesnivået skal normalt regnes til et kjellernivå 90 cm over topp av rør i hovedledningsnettets.

For eksempel betyr dette at for et boligområde skal man dimensjonere avløpsnettets slik at dette ikke fylles til topp av rørene oftere enn i gjennomsnitt hvert tiende år, og slik at overvannet ikke stuver seg opp til kjellernivået i hus oftere enn hvert 20. år.

Det finnes også en europeisk standard som setter krav til at overløp ikke skal tre i funksjon før videreført vannføring overstiger et visst antall ganger tørrværsavrenningen (TVA). Dette uttrykkes også ved en såkalt fortynningsfaktor eller overløpsinnstilling for videreføring av avløpsvann til renseanlegget.

I NS-EN 752: Utvendige stikklednings- og hovedledningssystemer del 4: Hydraulisk dimensjonering og miljøhensyn, står det om overløp i kombineringsystem:

”Tillatte utslipp og påvirkning på resipienter fra regnvannsoverløp avhenger av lokale forhold. Tiltak er normalt fastsatt av bestemmende forurensningsmyndighet. Lokalisering av overløp, forurensningsmengder, varighet og frekvens av utslipp, forurensningskonsentrasjoner og hydrobiologisk belastning er faktorer som må tas hensyn til.

Påvirkning av resipientene fra regnvannsoverløp skjer kun i kortere perioder. Påvirkningen kan likevel være mange ganger større enn miljøvirkningene fra avløpsrenseanlegg. Hovedoppgaven ved

dimensjonering av regnvannsoverløp er derfor å beskytte resipienten uten å forårsake hydraulisk overbelastning av avløpsledningen eller redusert behandlingseffektivitet i nedstrøms renseanlegg.

Simuleringsmodeller for avløpssystemet er nødvendige når man skal vurdere anvendelse av grenseverdier for utslipp. To relativt enkle tilnærminger kan brukes:

a) Regnvannsoverløp kan dimensjoneres slik at det trer i funksjon først etter en kritisk regnintensitet, normalt mellom 10 l/s·ha (impermeable flater) og 30 l/s·ha (permeable arealer), avhengig av resipientens følsomhet.

b) Alternativt, når resipientens selvrensingsevne ikke er truet, kan et enkelt kriterium, normalt en fortynningsgrad på fem til åtte ganger tørrværsavrenningen før overløpet trer i funksjon, bli benyttet som utslippskrav.”

Kravene i de to punktene ovenfor kan være nyttige referanser for en vurdering av ”uvanlige forhold”.

### 3.3. Beregninger på et konstruert avløpsfelt

Det er utført beregninger av overvannsmengder, konsentrasjoner av fosfor og fortynninger for et tenkt avløpsfelt som tilfører avløp til et avløpsrenseanlegg. Beregningene er utført med ulike forhold i felten og ulike regnintensiteter og gjentakintervall for nedbør. Beregningene er vist i vedlegg 1.

Noen konklusjoner fra beregningene på det konstruerte feltet:

-Ser man for eksempel på den midlere situasjonen med 40 pe/ha og avrenningskoeffisient på  $\phi = 0,3$  får man ved bruk av NS-EN 752s to kritiske regnintensiteter på 10 l/s ha på tette flater og 30 l/s ha for totalarealet, en maksimal avrenning fra totalarealet på h.h.v. 3 l/s ha og 9 l/s ha. Dette tilsvarer en vannføring inn på renseanlegget (overløpsinnstilling) på h.h.v. 17,2 ganger tørrværsavrenningen (TVA) og 49,6 TVA, som er langt høyere enn fem og åtte ganger TVA som NS-EN 752 også foreslår som en annen metode.

Overløpsinnstillingene på 17,2 TVA og 49,6 TVA gir en bidragskonsentrasjonen av fosfor (tot-P) fra spillvannet på h.h.v. 0,2 mg/l og under 0,1 mg/l, hvis det er null fosfor i overvannet. (Forutsatt 400 l/pd og 1,6 g/pd). Dette er langt under NORVARs forslag til kravet om 1,5 ganger standard avvik fra middelveidien. Dette kravet vil ofte ligge mellom 1 til 2 mg/l. Dette betyr at NS-ENs forslag om kritiske regnintensiteter gir alt for store fortynninger.

-Hvis grensen for "uvanlige forhold" settes til 1 mg tot-P/l (ved 400 l/pd og 1,6 g/pd) tilsvarer dette en vannføring (overløpsinnstilling foran renseanlegget) på ca. 5 x tørrværsavrenningen hvis overvannet inneholder 0,3 mg tot-P pr liter. Tilsvarende blir overløpsinnstillingen 4 x tørrværsavrenningen ved null innhold av P i overvannet. Denne kritiske overløpsinnstillingen på 5 x TVA nås allerede ved en overvannsavrenning på 0,74 l/s ha, som igjen fåes ved en regnintensitet på 2,5 l/s ha. (Ved det konstruerte feltet på 150 ha med  $\phi = 0,3$ ).

Dette viser at NS-ENs forslag om 5 ganger TVA som kritisk vannføring passer bra med NORVAR-rapportens forslag til kravet om 1,5 ganger standard avvik fra middelveidien. Dette er en vannføring som sannsynligvis varer betydelig mindre enn 4 % av årets timer på Sør- og Østlandet.

-Det skal svært lav regnintensitet til for å nå ”uvanlige forhold” definert som 1,5 ganger standard avvik fra middelveidien.

Ett to-års regn på 30 minutter på Ås har 71 l/s ha og gir en kritisk vannføring (overløpsinnstilling) på  $115 + 1 = 116$  TVA, og dermed en fortynning av spillvannet på over 100 ganger.

Et gjentakintervall for en regnhendelse med varighet 30 minutter på litt mer enn to ganger pr. måned gir fortynninger i det området som er antydning som grensen for uvanlige forhold ( $< 1,5 \sigma$  under middel).



- Dersom man vil kreve at konsentrasjonen i en døgnblandprøve skal ligge  $1,5 \sigma$  lavere enn middel, vil det være naturlig å se på regn med varighet på 24 timer. Hyppigheten til slike regn, som medfører at det nevnte kravet oppfylles, opptrer på Ås (valgt som nedbørstasjon i denne rapporten) ca. en gang pr. år. Dette betyr at man får stor nytte av nedbørmålingene til Det norske meteorologiske institutt, som i hovedsak bare måles hvert døgn, men som har en god tetthet i landet i motsetning til korttidsnedbørmålere som bare et fåtall kommuner har.

-En to-årssnøsmelting på 5,5 l/s ha gir en kritisk overløpsinnstilling på ca. 30 ganger TVA. Dette gir en blandingskonsentrasjon på ca. 0,5 mg/l i utløpet av feltet dersom det er 0,3 mg tot-P/l overvann og ca. 0,2 hvis overvannet ikke bidrar med fosfor. Dette er også en langt større fortykning enn kravet på 1,5 ganger standard avvik fra middel.

### **3.4. Konkretisering av uvanlig vær og dokumentasjon på dette**

Dersom man tar utgangspunkt i at uvanlige forhold er en situasjon hvor døgnblandprøven av organisk stoff eller fosfor i innløpet til avløpsrenseanlegget har en konsentrasjon på lavere enn  $1,5 \times \sigma$  lavere enn middelverdien, kan man tenke seg ulike løsninger på å konkretisere dette.

A) Måle konsentrasjonen direkte i innløpet til renseanlegget som en døgnblandprøve.

B) Vise ved direkte målinger av regnintensiteten og etterfølgende beregninger av overvanns-avrenningen at et regn var kraftig nok til å forårsake uvanlige forhold. Fremgangsmåten kan da være:

-Regnmålere må monteres og driftes slik at man kan gå tilbake etter en hendelse og hente ut det regnet som er av interesse.

-Beregninger med kalibrert modell på avløpsfeltet kan utføres på forhånd. Slik kan man vite hvilken regnintensitet som gir uvanlige forhold. Beregningene må vise at en døgnblandprøve ville gitt en innløpskonsentrasjon på lavere enn 1,5 ganger standardavvik under middel.

Snøsmelting og heving av grunnvannsspeilet.

Å dokumentere at man hadde nok snø på overflatene og lang nok og intens nok snøsmelting er vanskelig. Det er da et alternativ at man aksepterer at en målt innløpskonsentrasjon i døgnblandprøven på lavere enn  $1,5 \times \sigma$  mindre enn middelverdien kan føres tilbake til en uvanlig snøsmeltingssituasjon. (For tot-P normalt mindre enn ca. 1 mg/l, for  $\text{BOF}_5$  normalt mindre enn ca. 38 mg  $\text{BOF}_5$ /l, eller tilsvarende for KOF, normalt mindre enn ca. 63 mg KOF/l).

Ved en svært langvarig nedbørperiode kan også grunnvannsspeilet heves så mye at innlekkasjen av fremmedvann øker så mye at det minner om en snøsmeltesituasjon. Samme resonnement kan brukes som på snøsmeltingen.

## 4. Påslipp og tilførsler av uforutsette forbindelser

### 4.1 Avgrensning av begrepet ”uforutsette forbindelser”

Innløpsvannet til kommunale avløpsrenseanlegg gjenspeiler aktivitetene i påslippsområdet, og vil således variere fra time til time, fra dag til dag og med årstidene. Når forurensningsforskriften setter en nedre grense på avløpsvannets innhold av sanitært avløp på 5 % for at det skal kunne kalles kommunalt avløpsvann, er det opplagt at industrielle påslipp og overvann kan bidra i betydelig grad til denne variasjonen.

Av hensyn til helse, miljø og sikkerhet er industrien pålagt strenge krav i forbindelse med påslipp på kommunalt nett. I SFTs faktaark nr 10 fra 1996 om ”Tilførsler av industriavløp til kommunalt nett”, skriver SFT følgende: ”Ledningsnett og renseanlegg er bygget for å ta hånd om sanitæravløp fra husholdninger og avløpsvann, som i mengde og sammensetning minner om sanitæravløpsvann. Konsekvensene av å tilføre annet avløp kan være driftsproblemer, økte utslipp og redusert slamkvalitet. Kommunalt nett blir derfor i de fleste tilfeller å betrakte som en sårbar resipient.” Videre står det i Vedlegg 1 ”Krav til avløpsvann fra byområder” til Forurensningsforskriften, følgende under punkt C. *Spillvann fra industri*:

Spillvann fra industri som går i avløpsnett og til renseanlegg for avløpsvann fra byområder, skal gjennomgå den forbehandling som er nødvendig for:

- å verne helsen til personalet som arbeider med avløpsnett og på renseanlegg,
- å sikre at avløpsnett, avløpsrenseanlegg og dertil hørende utstyr ikke blir skadet,
- å sikre at driften av avløpsrenseanlegg, samt rensing av slam ikke hindres,
- å påse at utslipp fra renseanlegg ikke har skadevirkninger på miljøet, eller er til hinder for at resipientvann oppfyller bestemmelser i andre fellesskapsdirektiver,
- å sikre at slam fjernes trygt på en måte som kan godtas ut fra miljøvern hensyn.

Selv om påslipp fra bedrifter, industri og enkeltpersoner til kommunalt avløp er regulert gjennom forskrifter, kan ukontrollerte påslipp skje, enten ved uhell eller ved overlegg. I begrepet ”uforutsette forbindelser” i relasjon til kommunale avløpsrenseanlegg ligger det en forståelse av at dette er forbindelser som under normale forhold ikke finnes, eller kun er til stede i helt håndterbare konsentrasjoner i innløpet til renseanlegget. Denne typen påslipp, hvordan de kan registreres og dokumenteres og deres mulige implikasjoner for renseanleggene vil bli omtalt nærmere i det følgende. Fokus vil rettes mot påslipp som er ventet å kunne ha vesentlig betydning for renseanleggene i form av økning i organisk stoff, eller næringssaltbelastning, hemming av anleggets renseeffekt, eller korroderende virkning på installasjonene. Gitt de store lokale variasjonene, hva gjelder potensiell industriavløpspåvirkning, vil det fokuseres på industrivirksomheter med forventet størst betydning ut fra et generelt ståsted.

### 4.2 Oversikt over kilder til uforutsette forbindelser

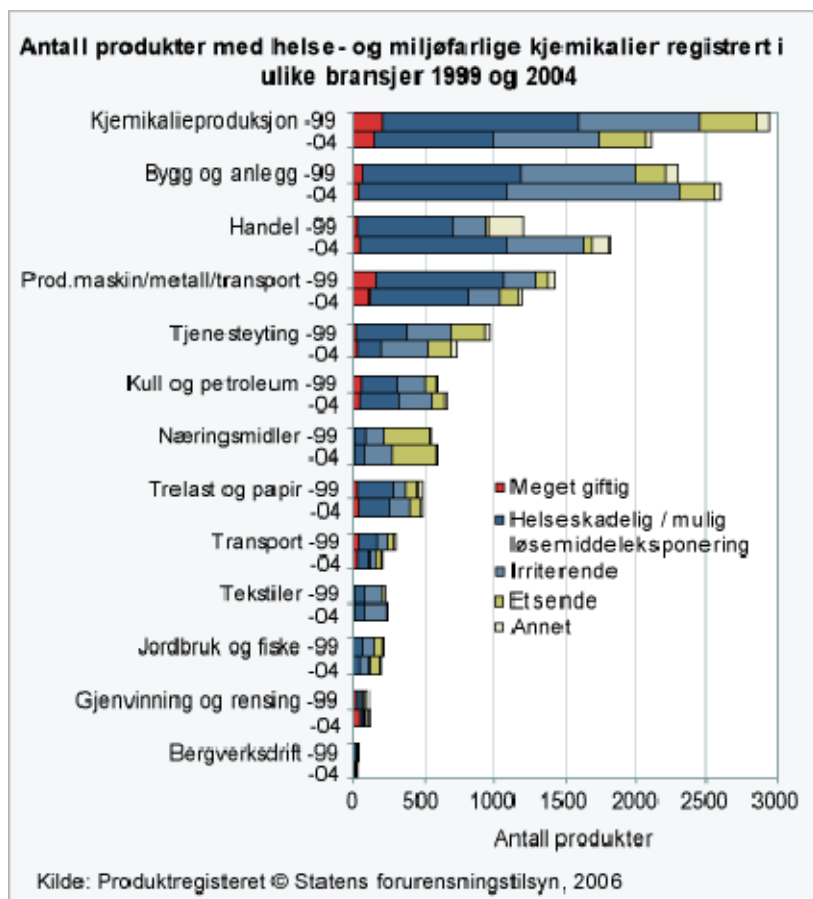
#### 4.2.1 Industri

Alle bedrifter med tillatelse til utslipp til avløpsnettet eller vann har krav om egenrapportering av egen virksomhet, produsert avfall og påslippets omfang. Bedriftene blir delt inn i fire kontrollklasser etter forurensningspotensial, der bedriftene med størst forurensningspotensial blir plassert i kontrollklasse 1. Bedrifter som blir plassert i kontrollklasse 4 har et relativt lavt forurensningspotensial, vurdert ut i fra omfanget av produksjonen, utslippene, beliggenhet i forhold til resipient, helse- og miljøfarlige kjemikalier, naboforhold og nærmiljø. På <http://www.sft.no/bmi/> kan man bl.a. finne egenrapporterte årlige utslippstall og gjeldende og tidligere utslippstillatelser fra bedrifter med utslippstillatelser sortert under bl.a. kommune og bransje. Bedriftene med størst forurensningspotensial vil normalt gjøre tiltak

for å overholde utslippstillatelsens begrensninger. Men disse tiltakene vil kunne svikte, for eksempel svikt i eget renseanlegg. Påslippet vil da kunne ha betydning for det kommunale avløpsrenseanlegget.

Tabell 11.1 og 11.2 i vedlegg 4 oppsummerer typisk vannforbruk, spesifikk avløpsvannproduksjon, spesifikke forurensningsmengder, konsentrasjon i påslipp og andre sentrale parametere for et utvalg av industrier med et stort forurensningspotensial. Tallene stammer fra Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, nå Svensk Vatten, publikasjon P36 "Kontroll av industriavlopp" fra 1980 (VAV, 1980), og er dessuten hentet fra Henze m.fl. (2002).

Ut fra forventet effekt på renseresultatet kan utslippene fra industrien grovt sett deles inn i to typer; 1) de som øker belastningen på anlegget og 2) de som hemmer fjerningen på anlegget. Generelt kan sies at industri med høye BOF<sub>5</sub>-utslipp vil kunne gi et tilsvarende bidrag til økt belastning på renseanlegget, mens utslipp av overflateaktive stoffer, giftige forbindelser og vann med ekstreme pH-verdier, vil kunne hemme fjerningen på anlegget. Påslippets størrelse og fortynningseffekten ved innblanding i det kommunale avløpsvannet har betydning for effekten på renseresultatet. Dette blir omtalt mer i detalj senere i kapittlet. En norsk bransjeoversikt over produkter med helse- og miljøfarlige kjemikalier er vist i figur 4.1.



Figur 4.1. Norsk bransjeoversikt over produkter med helse- og miljøfarlige kjemikalier. Hentet fra Miljøstatus: [http://www.miljostatus.no/templates/themepage\\_2153.aspx](http://www.miljostatus.no/templates/themepage_2153.aspx)

#### 4.2.2 Andre hendelser

For at en hendelse skal kunne ha noen signifikant betydning for renseeffekten på renseanlegget må den være av et slikt format at den ikke fortynnes ut på vei til anlegget. Av plausible hendelser bør nevnes større brannslukningsarbeider og kraftige tankbillekkasjer. I helt spesielle tilfeller kan det tenkes at mindre private påslipp kan forårsake driftsforstyrrelser på det kommunale renseanlegget, men disse vil ikke omtales her.

##### **Brannslukning**

I forbindelse med branner der olje- og raffineriprodukter står i fare for å antennes, blir det benyttet skummidler i slukningsarbeidet. Det går med ca 1000 liter skummiddel pr. 500 m<sup>2</sup> brannoverflate, tilsatt som en 0,5-6 % vandig løsning. Det er sjelden det tilsettes mer enn 10-50 liter skummiddel, men det har vært tilfeller der man har tømt en hel bil for skumvæske (400 liter). Ettersom bruken av skummiddel kan redusere vannforbruket betydelig, blir det i økende grad også benyttet i andre typer branner. Den nøyaktige kjemiske sammensetningen av skummidlene er en produkthemmelighet, men det ofte høye innholdet av overflateaktive stoffer (fra noen få prosent til over 50 %) kan potensielt forårsake store problem inne på renseanleggene, hovedsakelig skumming. HMS-databladene (Egenes Brannteknikk as og Hofstads as) til de enkelte produktene fraråder å sende større mengder ufortynnet til kommunalt avløp.

##### **Tankbillekkasjer**

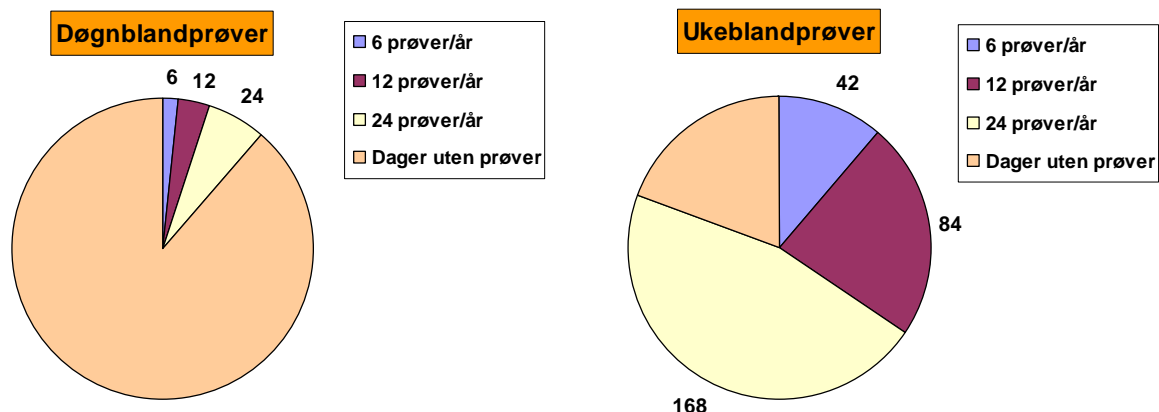
Tankbiler for transport av lett omsettelig organisk stoff, som for eksempel ulike næringsmidler eller kjemikalier (f.eks petroleumsprodukter, syre, base) er laget for å tåle et eventuelt kraftig sammenstøt. Tankene kan likevel i ekstreme tilfeller sprekke og lekke ut betydelige mengder væske. Dette kan nå et lokalt kommunalt avløpsrenseanlegg. En normalt fullastet tankbil vil transportere i størrelsesorden 10-35 m<sup>3</sup> væske. Sprekkens størrelse og plassering og eventuell trykkoppbygging i tanken, har betydning for hvor mye som renner ut, og hvor fort dette skjer. For brennbar og eksplosjonsfarlig væske har det videre forløpet ved eventuell antennelse stor betydning. En eksplosjon kan frigjøre alt materialet umiddelbart, men det er da samtidig mer utsatt for å brenne opp.

#### 4.3 Registrering av påslipp på renseanlegget

Det er ikke sikkert at noen av de ovenfor omtalte hendelsene vil bli registrert på renseanlegget som mottar påslippet. Avgjørende for om påslippet vil kunne registreres er at det faktisk har en målbar effekt på renseeffekten og/eller at dette inntreffer akkurat under den planlagte prøvetakingen. Sjansen for at påslippet vil registreres vil i utgangspunktet øke med anleggets størrelse, ettersom kravet til prøvetakingsfrekvens øker. Siden man står noe friere til å ta ukeblandprøver på mindre anlegg, vil man her likevel kunne dekke et større antall dager pr. år enn ved døgnpøvetaking på større anlegg.

Tabell 4.1. Krav til prøvetakingsfrekvens

Anleggsstørrelse	Prøvetakingsfrekvens
50-< 1000 pe	≥6 prøver/år
1000-<10 000 pe	≥12 prøver/år
≥10 000 pe	≥24 prøver/år



Figur 4.2. Antall dager med prøvetaking pr. år ved døgnblandprøvetaking og ukeblandprøvetaking.

Tabell 4.2. Krav til prøvetype for gitt analyseparameter og anleggsstørrelse.

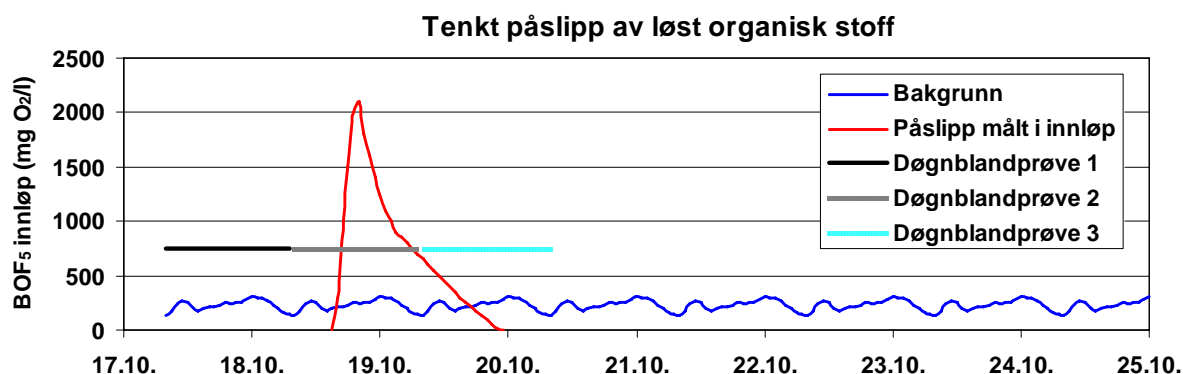
Anleggsstørrelse	Analyseparameter	Krav til prøvetype
≥2000 pe til ferskvann eller elvemunning ≥10 000 pe til sjø	BOF <sub>5</sub> , KOF <sub>CR</sub> , SS	Mengdeproporsjonal døgnblandprøve
	Tot P, Tot N	Mengdeproporsjonal døgn- eller ukeblandprøve
50-<2000 pe til ferskvann eller elvemunning 50-<10 000 pe til sjø	Tot P, SS	Mengde- eller tidsproporsjonal døgn- eller ukeblandprøve

På den annen side er det større sjanse for at en hendelse med kortvarig effekt vil maskeres i en ukeblandprøve enn i en døgnblandprøve, noe som er forsøkt illustrert i Figur 4.3. De første sporene av et tenkt påslipp av løst lett nedbrytelig organisk stoff ankommer innløpet til renseanlegget kl 16 18/10 med raskt økende konsentrasjon frem til kl 20, og med et etterslep som varer frem til kl 22 dagen etter. Gjennomsnittlig BOF<sub>5</sub>-verdi i innløpet under normale forhold er 240 mg O<sub>2</sub>/l med et standardavvik på 50 % (±120 mg O<sub>2</sub>/l). Det er anvist tre døgnprøvetakingsperioder i Figur 4.3;

1) rett i forkant av påslippet, 2) under første halvdel av påslippet og 3) under siste halvdel av påslippet. Som figuren antyder vil prøve 2 fange opp hovedplumen av påslippet, mens prøve 3 vil få med seg halen til påslippet. I tillegg tas det inn en ukeblandprøve (prøve 4). Ved tidsproporsjonal prøvetaking vil de teoretiske analyseresultater for de fire prøvene være:

Prøve 1 (døgnblandprøve; før påslipp):	240 mg O <sub>2</sub> /l
Prøve 2 (døgnblandprøve; påslipp-plum):	1030 mg O <sub>2</sub> /l
Prøve 3 (døgnblandprøve; påslipp-hale):	420 mg O <sub>2</sub> /l
Prøve 4 (ukeblandprøve):	370 mg O <sub>2</sub> /l

Av de fire prøvene er det kun prøve 2, som – ut fra et påslag på 1,5x standardavviket på gjennomsnittsverdien (240 mg O<sub>2</sub>/l + 1,5x 120 mg O<sub>2</sub>/l = 420 mg/l), gir en klar indikasjon på at det har vært et påslipp utenom det vanlige i innløpet til renseanlegget.



Figur 4.3. Et tenkt påslipp av løst lett nedbrytelig organisk stoff angitt som  $\text{BOF}_5$  i innløpet til et renseanlegg. Tidsrom for uttak av tre døgnblandprøver er anvist.

Dette kan også illustreres med et forenkelt regnestykke for massebalansen over anlegget ved påslippet:

$$C_{av} \cdot Q_{av} + C_p \cdot Q_p = C_m \cdot (Q_{av} + Q_p) \quad (1)$$

der  $C_{av}$  = gjennomsnittskonsentrasjon i innløp til anlegget  
 $Q_{av}$  = gjennomsnittsvannføring inn til anlegget  
 $C_p$  = konsentrasjon i påslipp  
 $Q_p$  = vannføring i påslipp  
 $C_m$  = målt konsentrasjon i innløp

Hvis  $Q_p$  antas betydelig mindre enn  $Q_{av}$ , kan (1) forenkles videre og forholdet mellom  $Q_p$  og  $Q_{av}$  kan settes opp slik:

$$\frac{Q_p}{Q_{av}} = \frac{C_m - C_{av}}{C_p} \quad (2)$$

Med utgangspunkt i (2) og verdier fra f.eks Tabell 11.1 for mulige konsentrasjoner i påslipp fra aktuelle industribedrifter, kan man gjøre enkle overslag over hvor mye som må slippes ut ( $C_p \cdot Q_p$ ) for at grensen på gjennomsnittskonsentrasjonen + 1,5x standardavviket ( $C_m$  i tabellen) skal overskrides i innløpet. Regnestykket fordrer at  $C_m$  måles over hele perioden påslippet kommer inn til renseanlegget, verken mer eller mindre. Som diskutert over (jfr figur 4.3) kan dette være uoverkommelig, og det kan være mer nærliggende å benytte ligning (2) til å gjøre et overslag over hvor mye et kjent påslipp (både  $C_p$  og  $Q_p$ ) vil kunne bidra til å øke  $C_m$  med (andre ledd på høyre side i ligning 3):

$$C_m = C_{av} + \frac{C_p \cdot Q_p}{Q_{av}} \quad (3)$$

Tabell 4.3. Enkel overslagsberegning av nødvendig påslippsrate (QP) av et påslipp med gitt BOF-konsentrasjon (CP) for å overskride grensen på gjennomsnittkonsentrasjonen + 1,5x standardavviket i innløpet til anlegg med ulik gjennomsnittsvannføring (Cav) og gjennomsnittskonsentrasjon av BOF.

$Q_{av}$	$C_{av}$	$C_m (=C_{av}+1,5*std)$	$C_p$	$Q_p$	$Q_p/Q_{av}$
l/s	mg BOF/l	mg BOF/l	mg BOF/l	l/s	-
10	170	298	1000	1,3	0,13
100	170	298	1000	12,8	
1000	170	298	1000	128	
10	240	420	1000	1,8	0,18
100	240	420	1000	18	
1000	240	420	1000	180	
10	240	420	5000	0,36	0,036
100	240	420	5000	3,6	
1000	240	420	5000	36	

En ytterligere forutsetning for at et slikt påslipp av løst lett nedbrytelig organisk stoff skal bli registrert i innløpet på anlegget, er at de benyttede måleparameterne er adekvate for å fange opp variasjonen. Best egnet er  $BOF_5$  og  $KOF_{CR}$ , men en viss økning i SS kan også påregnes hvis påslippet fører til økt mikrobiologisk vekst på ledningsnettet inn til anlegget. I all enkelthet kan man anta en 1:1-økning i SS (målt i g) ved mikrobiologisk omsetning av BOF (målt i g) (Henze m.fl., 2002).  $KOF_{CR}$ -verdien vil reduseres noe mindre enn  $BOF_5$ -verdien, siden denne også vil fange opp tilskuddet via biomassen. Hvis det organiske stoffet inneholder P eller N vil også Tot P- og Tot N-analyser være adekvate måleparametere.

I tilfeller der påslippet har negativ effekt på renseprosessene vil man kunne registrere dette i utløpet uten at man har observert noe utenom det vanlige i innløpet. Hvis det er snakk om biologiske prosesser, kan effektene på disse være ved lenge etter at den direkte årsaken til problemene forsvant fra innløpet.

## 4.4 Betydning av påslipp for ulike typer avløpsrenseanlegg

### 4.4.1 Partikulært materiale

Alle kommunale avløpsrenseanlegg vil ha minst ett trinn der partikulært materiale vil fanges opp. Det som vil være den viktigste begrensningen på den primære partikkelsepareringen, (grovsil, sandfang, finsil, sedimentering) vil være partikkelstørrelsesfordelingen i vannet. Mange mindre anlegg har en sil med silåpning på 1 mm som fineste partikkelseparering, og hvis andelen finpartikulært materiale (<1 mm) øker, vil også andelen som slipper gjennom silen øke. Tilsvarende gjelder for anlegg som har montert finsil med silåpninger ned mot 150 µm. Dette vil det ikke kunne gjøres noe med før man eventuelt setter inn en enda finere sil, eller prøver å forbedre partikkelfjerningen med andre metoder (f.eks dosering av fellingskjemikalier eller flokkulanter).

For anlegg med kjemisk felling vil økningen i partikulært materiale (som slipper gjennom primærrensettrinnet) måtte kompenseres med økt dosering av fellingsmidler med påfølgende økt slamuttak og eventuell overbelastning av slamsepareringen vil kunne inntreffe. De færreste anlegg styrer doseringen etter partikkelinnholdet, og en kraftig økning i partikkelinnhold vil kunne gi underdosering av fellingskjemikalier som det vil kunne være vanskelig å justere for før påslippet har passert renseanlegget.

På biologiske renseanlegg, som har hydrauliske oppholdstider fra en knapp time til ca 24 timer, vil det være rom for større utjevning av et kortvarig påslipp. Det partikulære materialet vil normalt kunne fanges opp i biomassen, og vil, så lenge det ikke fører til økt mikrobiell omsetning, gi en økning i biomasseproduksjonen tilsvarende sin egen masse. I et biofilmanlegg vil sannsynligvis en større andel av dette partikulære materialet, ikke fanges opp, hvis ikke man har et etterpoleringstrinn.

#### 4.4.2 Løst lett nedbrytelig organisk materiale

Løst (filtrerbart gjennom GF/C membranfilter – ca 1,2 µm porestørrelse) lett nedbrytelig organisk stoff, typisk målt som BOF<sub>5</sub>, vil ikke fanges opp med primærrensemetoder (siling, sedimentering), noe som vil føre til en tilsvarende økning i BOF i utløpet fra renseanlegget.

Fullstendig løst organisk materiale vil ikke kunne fjernes ved kjemisk felling, og man vil derfor også her kunne oppleve en tilsvarende økning i BOF i utløpet fra renseanlegget. Hvis forbindelsene foreligger på kolloidal form (typisk molekylvekt >10.000 g/mol), vil disse felles ut og dermed bidra til et økt doseringsbehov av fellingskjemikalier.

Biologiske renseanlegg er normalt designet for å omsette en viss mengde nedbrytbart organisk materiale, og hvis denne kapasiteten overstiges vil man oppleve forhøyet BOF-konsentrasjon i utløpet. Økt omsetning av organisk materiale fører til økt oksygenforbruk, noe som fordrer økt tilskudd av oksygen. Blir oksygenkonsentrasjonen for lav, vil omsetningen av organisk stoff kunne reduseres eller ikke bli fullstendig (større syreproduksjon pga større innslag av anaerob omsetning). Tilførselen av lett nedbrytelig organisk stoff vil også føre til økt slamproduksjon med en utbyttefaktor på ca 50 % (0,5 kg biomasse/kg organisk stoff). For biologisk nitrogen- og fosforfjerning vil et tilskudd av lett omsettelig organisk stoff kunne ha positiv effekt. Både denitifikasjonsbakteriene og de fosforakkumulerende bakteriene er avhengige av lett omsettelig organisk stoff, men så lenge det her normalt er snakk om kortvarige påslippsepisoder, er det usikkert i hvilken grad dette kan anses som noe positivt. Den biologiske fosforfjerningen er en vanskelig prosess å styre, så store variasjoner i innløpet kan skape problemer. Samtidig vil økt forbruk av oksygen for å oksidere lett omsettelig organisk stoff stjele oksygen fra oksideringen av ammonium av nitrifikasjonsbakteriene, og vil således kunne føre til redusert N-fjerning.

Foregår påslippet til biologiske renseanlegg over lengre tid, vil man kunne få problematiske endringer i den mikrobiologiske sammensetningen. Alle aktivslamanlegg vil ha et innslag av filamentære og slimdannende bakterier. Disse er i balanse ved riktig prosessstyring og bidrar således til en godt sedimenterbart og dermed separerbar slamfnokk. Det vil være for omfattende å gå inn i detalj på dette temaet, men det kan nevnes at betydelige innslag av bl.a meieriavløpsvann og lange fettsyrer inn på aktivslamanlegg har vist å kunne gi betydelige skummingsproblemer, forårsaket av filamentære bakterier (h.h.v Type 021 N og *Microtrix parvicella*). Normalt dreier dette seg om tilfeller der det er et klart underskudd på næringssalter i vannet.

#### 4.4.3 Overflateaktive stoffer

Overflateaktive stoffer, tensider eller surfaktanter er forbindelser med en polar ende og en upolar ende, og har således en sterk tendens til å oppsøke grenseflater mellom vann og luft (eller for eksempel vann og fett). Dette kan skape store skumproblemer i luftede bioreaktorer, med tilhørende driftsforstyrrelser av praktisk art, men de har også potensiale til å vanskeliggjøre effektiv sedimentering.

#### 4.4.4 Toksiske forbindelser

I utgangspunktet kan alle forbindelser ha en toksisk virkning på en mikrobiologisk prosess, bare den finnes i høy nok konsentrasjon. Noen forbindelser er mer toksiske enn andre og noen prosesser er mer følsomme enn andre. I praksis vil man oppleve at omsetningen av BOF<sub>5</sub> i en aktivslamprosess er relativt robust, dette siden det normalt vil være et stort spekter av mikroorganismer som bidrar i



prosessen. Tilsvarende biofilmprosess vil være enda mer robust siden en eventuell sjokkladning av en giftig forbindelse vil dempes av diffusjonsbarrieren innover i biofilmen. I avløpsrensesammenheng er det nitrifikasjonsprosessen som normalt anses som den mest sensitive overfor toksiske forbindelser. Dette skyldes to faktorer; 1) det er et svært begrenset spekter av bakterier som bidrar til prosessen, og 2) disse vokser svært langsomt, og prosessen trenger derfor svært lang tid til å bygge seg opp igjen hvis en stor andel av nitrifikasjonsbakteriene tapes. Av den grunn er dette også et problem som er viet mye interesse i mange forskningsmiljøer. Lister over forbindelser med påvist hemmende virkning på nitrifiserende slam kan finnes hos blant andre Henze m.fl. (2002) og Okey m.fl. (1996), men ofte vil det nok være vanskelig å plukke ut én forbindelse som synderen. I en undersøkelse av 38 danske avløpsrenseanlegg ble det funnet at nitrifikasjonstrinnet ved 25 av anleggene var mer enn 5 % hemmet, ved 9 av anleggene var den mer enn 20 % hemmet og ved to av anleggene mer enn 50 % hemmet. Selv om en stor kjemisk bedrift ble funnet å slippe på betydelige mengder hemmende forbindelser på avløpsnett, kunne dette ikke alene beskrive variasjonen funnet på renseanlegget. En lang rekke tilstøtende industribedrifter ble funnet å bidra til det komplekse bildet av nitrifikasjonshemmingen på anlegget.

#### 4.4.5 Syrer og baser

Påslipp av syrer og baser påvirker vannets pH og alkalitet, noe som kan ha betydning for både de kjemiske fellsprosessene og den biologiske omsetningen, samtidig som det kan føre til økt korrosjon på nettet.

### 4.5 Konklusjon om påslipp

Alle påslipp til kommunalt avløpsnett skal i utgangspunktet være regulert slik at renseanlegget ikke mottar stoffer i mengder som skaper HMS-, drifts- og rensetekniske problemer. Likevel kan man oppleve ukontrollerte påslipp, enten ved uhell eller ved overlegg, som kan gjøre at renseanlegget overbelastes for en kortere eller lengre periode. Flere industrisektorer er potensielle storpåslippere av organisk stoff, bl.a. meierier, slakterier, bryggerier, hermetikkfabrikker og tekstilindustrien. Den opplevde alvorlighetsgraden av et slikt påslipp vil være avhengig av at man faktisk får problemer med utslippskravet og at det tas prøve i denne perioden. Siden renseanlegget er bygget for å klare utslippskravet under gitte forutsetninger, vil dette også til en viss grad definere hvilke typer stoffer som vil kunne være problematiske for et gitt anlegg. Hvis et anlegg ikke er bygget kun for å fjerne løst organisk materiale, vil det heller ikke måle på BOF<sub>5</sub> eller oppleve et stort BOF-påslipp som problematisk, mens det kan være et problem for et biologisk anlegg. For biologiske renseanlegg er de potensielle langtidseffektene størst ved påslipp av toksiske forbindelser, som slår ut hele eller deler av biomassen. Spesielt uheldig vil dette være for et anlegg med biologisk nitrogenfjerning, pga de saktevoksende nitrifikasjonsbakteriene. Det er flere bransjer med potensielle betydelige påslipp av toksiske forbindelser, bl.a. galvanoidindustrien, garverier, kjemikalieprodusenter, petroleumsindustrien, bygg og anlegg og større brannslukningsarbeider. Det kan være en betydelig utfordring å identifisere de viktigste kildene til en driftsforstyrrelse, forårsaket av hemmende forbindelser i avløpsvannet inn til renseanlegget. Det vil sannsynligvis kun være ved lengre tids påslipp, eller ved gjentatte påslipp, at det vil være aktuelt å legge ned større innsatser for å identifisere synderen.

I den grad det skal være anledning til å påberope seg unntak fra rapportering av en måleverdi på grunn av et uforutsett påslipp, må dette påslippets kilde, varighet, størrelse og effekt på renseresultatet dokumenteres. Hvis mer normale årsaker til høye konsentrasjoner i innløpet kan utelates, er det naturlig å søke etter kilden hos abonnenter med forventede høye potensielle påslipp eller med potensielle påslipp av hemmende forbindelser. Dette vil det sannsynligvis først være aktuelt å gjøre hvis man over lengre tid har hatt betydelig påvirkning av renseresultatet, eller har måttet ty til økte innsatsmidler for å oppnå ønsket renseresultatet. Størst drifts- og rensetekniske problemer kan man forvente på biologiske renseanlegg. For overflateaktive stoffer finnes det enkle test-kits (f.eks HACH-DrLange), mens flere analyselaboratorier utfører standardiserte hemmingstester. Når det gjelder

toksisk virkning av et påslipp kan det være vanskelig å identifisere én forbindelse som eneste synder. Det kan derfor være fornuftig å teste påslipp fra flere mulige syndere med samme hemmingstest, som man benytter på eget innløp, samtidig som man dokumenterer ens egne rensetrinns påvirkning på toksisiteten. Mistenker man at man har uautoriserte påslipp, kan det være en nødvendig å installere on-line-utstyr for kontinuerlig overvåkning av for eksempel pH.

## 5. Uvanlige forhold ved avløpsrenseanlegg

### Innledning

For å få en nærmere klargjøring av begrepet ”uvanlige forhold” under norske omstendigheter har det blitt utført en spørreundersøkelse blant norske avløpsrenseanlegg. Hensikten med denne undersøkelsen var å kartlegge hva som kan regnes som uvanlige forhold ved et norsk avløpsrenseanlegg, og hvilke driftsmessige konsekvenser slike forhold kan medføre. Totalt 34 avløpsrenseanlegg ble kontaktet. Disse ble fordelt i tre kategorier etter renseprinsipp (mekanisk, kjemisk, kjemisk-biologisk) med 10-11 anlegg innenfor hver kategori. Innenfor hver kategori ble anleggene igjen fordelt etter kapasitet (<100pe, 100-1000 pe, 1000-10 000 pe, 10 000-50 000 pe og > 50 000 pe) og en viss geografisk spredning. Svarprosenten for totalt antall skjema som ble sendt ut var 56 %. Innenfor hver kategori var svarprosenten 55 % for mekaniske anlegg, 50 % for kjemiske anlegg og 80 % for kjemisk/biologiske anlegg. Innenfor hver kategori (renseprinsipp) ble det mottatt besvarelser fra anlegg innenfor alle kapasiteter (pe), bortsett fra mekaniske anlegg med kapasitet større enn 50 000 pe. For denne type anlegg finnes det derfor ingen vurdering av eventuelle uvanlige forhold.

I spørreskjemaet ble definisjonen av uvanlige hendelser inndelt i forutsette og uforutsette uvanlige hendelser, som kan ha driftsmessige konsekvenser, det vil si betydning for renseresultatet. Eksempler på det første kan være reparasjoner, større vedlikehold, ombygginger, endringer i renseprosess etc. Eksempler på uforutsette hendelser kan være strømbrydd, alvorlige industripåslipp, ulykker, ekstrem nedbør etc. Ved utsendelse av skjemaene ble det påpekt at det også var viktig å få frem andre situasjoner/hendelser som det enkelte anlegg opplevde som uvanlig. I spørreskjemaet ble avløpsrenseanleggene også bedt om å vurdere betydningen av de uvanlige hendelsene for driftsresultatet, gradert som liten, moderat (25-50 % reduksjon), stor (50-75 % reduksjon) og meget stor (ca 100 % reduksjon). Avløpsrenseanleggene ble også bedt om å spesifisere driftsforstyrrelser forårsaket av industripåslipp. Vurdering av disse resultatene er vist i kapittel 4 ”Påslipp og tilførsler av uforutsette forbindelser”. Spørreskjemaet er vist i vedlegg 5.

### Sammendrag av besvarelser i spørreundersøkelsen

#### Uforutsette uvanlige forhold

En vurdering av alle besvarelsene i kartleggingsundersøkelsen, uavhengig av type anlegg og kapasitet, viser at det er hendelsene ekstrem nedbør, strømbrydd og industripåslipp som flest anlegg oppfatter som uforutsette uvanlige hendelser og som har de største driftsmessige konsekvensene. Ekstrem nedbør har fra moderat (25 – 50 % reduksjon) til meget stor (100 % reduksjon) betydning for anleggenes renseevne med driftsmessige konsekvenser som hydraulisk overbelastning, store mengder vann i overløp og tilnærmet ingen renseeffekt gjennom anlegget. Slammet blir også svært utvannet. Hyppigheten av ekstreme nedbørhendelser er angitt som 1-5 ganger i året. Varigheten av hendelsen, det vil si hvor lenge en ekstrem nedbørhendelse får betydning for renseresultatet, varierer fra 1-5 dager. Muntlige samtaler med driftsoperatører på anleggene viser også at ekstrem nedbør er en hendelse de er meget oppmerksom på og som de føler har tiltatt de senere år.

Strømbrydd kategoriseres fra liten til meget stor betydning for renseresultatet. Konsekvenser av strømbrydd er at anlegget stanser og avløpsvann går urensset i nødoverløp, dosering av fellingskjemikalier stopper og biologisk rensetrinn blir satt ut av drift. Varigheten av strømstanshendelsen, det vil si hvor lenge en strømstans kan påvirke renseresultatet, strekker seg fra noen få minutter til flere uker. Der hvor strømstans synes å ha liten til moderat påvirkning på renseresultatet trår nødstrømsaggregat i kraft.

Påslipp av industriavløp har også fra liten til meget stor påvirkning på renseresultatene. Industripåslipp behandles i et eget kapittel og vil bare bli kort beskrevet her. Driftsmessige konsekvenser av industripåslipp avhenger av type påslipp (næringsmidler, slakteriavfall, kjemikalier etc). Påslipp av avløpsvann fra slakterier og næringsmiddelbedrifter er spesielt blitt nevnt i denne kartleggingsundersøkelsen. Konsekvenser av påslipp av denne type vann er blant annet økt belastning av næringsstoffer, organisk stoff og fett, som påvirker renseprosessene. Industripåslipp kan også medføre at pH på avløpsvannet endres. Dette kan føre til at fellingskjemikalier som styres av pH ikke doseres i rett mengde, og renseffekten avtar.

Forekomsten av industripåslipp er svært varierende. I besvarelsene er dette angitt fra hver annen uke til 1-10 ganger i året. Påvirkningen av et industripåslipp på anleggets renseevne kan vare fra noen minutter til flere uker. I denne undersøkelsen er det kun kjemiske og biologisk-kjemiske renseanlegg som har påpekt industripåslipp som et problem. Mekaniske renseanlegg har ikke nevnt om de har industripåslipp og heller ikke om det er et problem.

Tabell 5.1. Sammendrag av besvarelser fra avløpsrenseanlegg - oversikt over uforutsette uvanlige forhold knyttet til drift av avløpsrenseanlegg uavhengig av anleggskapasitet og renseprinsipp

Hendelse	Antall ganger denne hendelsen er nevnt (%)	Effekt på rensegrad				Hyppighet	Varighet*
		Lite	Mode rat	Stor	Meget stor		
<b>Uforutsette hendelser</b>							
Strømbrydd	21 %	x	xxx	x	xxx	0-6 g pr år	Fra min til uker
Industripåslipp**	21 %	x	xxxx	x	xx	Uregelmessig*	Fra minutter til uker
Ekstrem nedbør	18 %		xxxxx	x	x	1- 5 g pr år	1-5 døgn
Feil/havari på blåsemaskin	5 %	xx	x			Sjelden (1-2 g på 5 år)	2-3 døgn
Oversvømmelser/oversvømmelse av kjeller	5 %				x	1 g hvert 3-5 år	Fra timer til døgn/uke
Feil/problemer ved oppstart av nytt renseanlegg	5 %		x		x	Enkelthendelse	> 1 døgn
Feil kjemikaliedosering	2,5 %	x		x		2 g pr år	1 døgn
Innlekking av sjøvann	2,5 %	x				Ikke angitt	Noen døgn
Innlekking ved snøsmelting	2,5 %	x				1 g pr år	Noen timer
Havari kjemikaliepumpe	2,5 %		x			1 g på 5 år	4 dager
Luftslange røket	2,5 %		x			1 g på 5 år	Ikke angitt
Brydd på avløpsledning for rensset vann	2,5 %		x			Enkelthendelse	2 uker
Innløp tett	2,5 %		x			8 g på 5 år	Ikke angitt
Problem med renseprogram, stans i kjemisk rensing	2,5 %		x			Enkelthendelse	2 uker
Påslipp av slam fra vannverk	2,5 %		x			Sjelden	Fra timer til døgn
Påslipp fra utråtningsanlegg/avfalls-Deponi	2,5 %		x			2-5 g pr uke	Fra timer til døgn

\* Med varighet menes over hvor lang tid den inntrufne hendelsen får driftsmessig betydning, også etter at hendelsen er avsluttet.

\*\* slakteriavfall, blodvann, såperester, potetfruktsaft, annen næringsmiddelindustri. Svært uregelmessig påslipp. Varierer fra hver annen uke til 1-10 ganger pr år. Industripåslipp er mer spesifisert i kapittel 6.

Andre uforutsette uvanlige forhold som er beskrevet i besvarelsene er oversvømmelser, innlekking av smeltevann og sjøvann og anleggsmessige problemer som feil på kjemikaliedosering og doseringsprogram, feil på blåsemaskin, feil ved oppstart av nytt anlegg og brudd på ledninger. Disse hendelsene er nevnt enkeltvis i besvarelsene og kan være situasjoner som er spesifikke for det enkelte avløpsrenseanlegg. Gjennomgående for disse hendelsene er at de har liten til moderat effekt på renseresultatet. Forekomsten av hendelsene er også sjelden – fra en enkelthendelse som ikke har gjentatt seg, til forekomst ca én gang pr år. Det skal likevel påpekes at når disse hendelsene først skjer, kan hendelsen påvirke renseresultatet fra 1 døgn til flere uker.

### **Forutsette uvanlige forhold**

En forutsett hendelse skal tas opp med forurensningsmyndigheten og planlegges slik at virkningene blir minst mulig.

En vurdering av alle besvarelsene viser at hovedandelen av besvarelsene (30,5 %) nevner at de ikke har forutsette uvanlige hendelser ved anlegget. Av de forutsette uvanlige hendelsene som likevel inntreffer er rehabilitering og ombygging det som nevnes oftest (15 %). Rehabilitering/ombygging har fra moderat til stor betydning for renseresultatet. Disse situasjonene inntreffer meget sjelden (hvert 10-15 år), men når de først skjer har de en driftsmessig lang konsekvens (halvt til et år). Andre nevnte eksempler er utprøving av nye kjemikalier, en råtnetank av gangen er satt ut av drift, ny ristgodsvasker, ny innløpsrist eller ny silduk, nytt doseringssystem for kjemikalier, innkjøring av nye sentrifuger, reparasjon av sedimenteringsbasseng, reparasjon av rør i kanal, reparasjon magnetventil, endring av renseprosess, m.m.

I besvarelsene påpekes det likevel at anleggene har god kapasitet og man planlegger ombygging/rehabiliteringsoppgaver slik at de ikke berører driften ved hele anlegget samtidig.

Andre forutsette hendelser som beskrives er utprøving og innkjøring av nye styringssystemer og utstyr. Hendelsene har fra liten til stor betydning for renseresultatet, men inntreffer sjelden (ca 1 gang i året). Ingen forutsette hendelser har blitt kategorisert som meget stor for renseresultatet for avløpsanlegget.

Det er de uforutsette uvanlige hendelsene som har de største driftsmessige konsekvenser.

### **Vurdering av uforutsette uvanlige forhold knyttet til anleggstype (mekanisk, kjemisk, kjemisk-biologisk) og størrelse (pe)**

I besvarelsene er det nevnt flest uvanlige hendelser fra anlegg med kjemisk og kjemisk-biologisk renseprosess. Ved mekaniske anlegg nevnes kun to hendelser som uforutsette og uvanlige. Besvarelsene gjenspeiler at anlegg med relativt kompliserte renseprosesser (kjemisk eller kjemisk-biologisk) er mer sårbare for uvanlige hendelser, og det vil si at de kan få større driftsmessige ulemper enn det et mekanisk anlegg får. Det er eksempelvis kun ved kjemiske og kjemisk-biologiske anlegg at man nevner at uforutsette uvanlige hendelser som strømbrudd, ekstrem nedbør og industripåslipp kan få meget store driftsmessige konsekvenser. Mekaniske anlegg derimot påvirkes kun moderat av denne type situasjoner.

Renseanlegg med kapasitet lavere enn 1000 pe rapporterer om færre uvanlige hendelser enn større anlegg (10 000 pe og oppover). Større anlegg er de som rapporterer flest uvanlige hendelser. Dette gjelder både kjemiske og kjemisk-biologiske anlegg. Mekaniske anlegg rapporterer om få uvanlige hendelser uansett størrelse.

### **Noen vurderinger av uvanlige forhold knyttet til hyppighet og varighet av hendelsen**

Med hyppighet menes hvor ofte en uvanlig hendelse har forekommet ved anlegget. En gjennomgang av besvarelsene i kartleggingsundersøkelsen viser at for de hyppigste uforutsette uvanlige hendelsene

forekommer strømbrudd 0-6 ganger i året, ekstrem nedbør 1-5 ganger pr. år, mens industripåslipp forekommer uregelmessig, varierende fra annenhver uke til 1-10 ganger pr. år.

Noen renseanlegg i kartleggingsundersøkelsen har gitt tilbakemelding på at de har svært hyppige påslipp av industriavløp (annenhver uke). Disse påslippene forekommer så ofte at de etter hvert representerer en "normal situasjon" for anlegget. Renseprosessen er imidlertid ikke dimensjonert for industripåslipp, og avvikende analyseverdier forekommer ofte. Spørsmålet blir da om man stadig skal vurdere analyseresultatene som en uvanlig situasjon, eller om det er mer hensiktsmessig å starte en dialog med forurensningsmyndigheten for å endre renseprosess og rensekrav, eller bruke påslippshjemmelen i kap. 15 A i forurensningsforskriften, slik at anlegget er i stand til å fungere tilfredsstillende.

Med varighet menes hvor lenge hendelsen har pågått og hvor lenge den har hatt driftsmessige konsekvenser. Driftsmessige konsekvenser kan strekke seg utover selve hendelsens varighet. Kartleggingsundersøkelsen viser at konsekvenser av ekstrem nedbør kan vare fra 1-5 døgn, mens effektene av strømbrudd og industripåslipp kan strekke seg over flere uker. Eksempelvis kan et strømbrudd vare i noen få timer, mens konsekvensen for renseresultatet kan strekke seg over dager og uker. Renseanlegg med biologiske prosesser kan for eksempel rammes ved at luftingen stanser opp, og bakteriekulturen i biotrinnet dør. Industripåslipp kan medføre at bakteriekulturen i det biologiske trinnet forgiftes og dør. Det er primært organisk stoff som fjernes i det biologiske rensetrinnet, men også nitrogenfjerning kan foregå her. Spesielt nitrogenfjernende bakterier bruker lang tid på å etablere seg i et renseanlegg. Dette medfører at selv om selve hendelsen var kortvarig, vil konsekvensene for renseresultatet strekke seg over lang tid.

## Planlegging og dokumentasjon

Det er de uforutsette uvanlige hendelsene som er av mest interesse i denne sammenheng. Det er disse hendelsene som har størst driftsmessige konsekvenser. Forutsette uvanlige hendelser har også driftsmessige konsekvenser, men dette er situasjoner man skal ta opp med forurensingsmyndigheten og som det skal planlegges for. I dialog med myndighetene skal man komme til en ordning vedrørende prøvetaking, vurdering av analyseresultat osv.

Tabell 5.2. Eksempler på hvordan hendelser kan dokumenteres for påvisning av uvanlige forhold.

Hendelse	Varighet	Konsekvens av hendelse og varighet av konsekvensen	Dokumentasjon	Forslag til tiltak
Strømbrydd	Dato og tidspunkt for start og slutt av hendelse	Beskrive hvordan og hvor lenge strømbrydd påvirker driften også etter strømbrydd er reparert	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avlesning av strømmålere</li> <li>- Rapport fra lokalt el-verk</li> <li>- Avdekke avvik i driftslogg på utstyr som krever strøm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Innføre krav om nødstrømsaggregat på alle avløpsrenseanlegg</li> <li>- Innføring av driftslogg på utstyr/instrumenter som krever strøm</li> </ul>
Industripåslipp	Dato og tidspunkt for start og slutt av hendelse	Beskrive hvordan og hvor lenge industripåslipp påvirker driften (reduert rensegrad eller lignende) også etter at påslippet har opphørt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kartlegge hvilke type industri som finnes i området</li> <li>- Kontakte industri for info om utslipp</li> <li>- Kontinuerlig måling av pH på renseanlegget kan avdekke forekomst av påslipp av avløpsvann med avvikende sammensetning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Innføre daglig logging av pH på avløpsrenseanlegg</li> </ul>
Ekstrem nedbør	Dato og tidspunkt for start og slutt av hendelse	Beskrive hvordan og hvor lenge ekstrem nedbør påvirker driften (reduert rensegrad eller lignende) også etter at regnværet har opphørt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nedbørdata fra nedbørstasjoner</li> <li>- Sette i gang prøvetakere</li> <li>- Loggføre vannføringen i overløp og renseanlegg</li> </ul>	
Oversvømmelse	Dato og tidspunkt for start og slutt av hendelse	Beskrive hvordan og hvor lenge oversvømmelsen påvirker driften også etter at oversvømmelsen har opphørt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nedbørdata</li> <li>- Ta bilder av oversvømmelse</li> <li>- Måle vannstand og tidsforløp av denne i kjellere etc.</li> </ul>	

For å kunne påvise at en prøve er tatt under uvanlige forhold er daglig loggføring ved anlegget for dokumentasjon av driftssituasjon/driftsforhold meget viktig. Alle uvanlige hendelser må noteres i loggbok, spesifisert med type hendelse, tidspunkt og varighet, slik at en eventuell ekstrem analyseverdi kan spores tilbake til den aktuelle hendelsen.



## 6. Analyser og analysefeil

### Anvendte analysemetoder

Følgende analysemetoder har blitt benyttet ved bestemmelser i avløpsvannet fra renseanleggene:

Metode	Fullt navn
TOT-P	Totalfosfor, oppslutning med peroksoedisulfat, fotometrisk bestemmesle
TOT-N	Totalnitrogen, oppslutning med peroksoedisulfat, fotometrisk bestemmesle
BOF5	Biokjemisk oksygenforbruk, 5 døgn, NS-EN 1899-1
KOF-Cr	Kjemisk oksygenforbruk, NS-ISO 6060
SS	Suspendert tørrstoffinnhold, glassfiberfilter, NS-EN 872

Prinsippene for disse analysemetodene er vist i vedlegg 6.

### INTERFERENSER SOM KAN PÅVIRKE RESULTATET

**TOT-P:** Silisium og arsen kan danne blåfargede kompleksforbindelser med molybdat. Ved de reaksjonsbetingelser som benyttes her dannes disse kompleksene relativt langsomt, og opptil 5 mg/l silikatsilisium vil ikke interferere. Arsenat vil interferere. Dersom det er mistanke om at prøvens innhold av organisk stoff er så høyt at det medfører redusert oppslutningsgrad, analyseres ulike fortynninger av prøven for å kontrollere om dette er tilfelle.

**TOT-N:** Kobber, jern og andre metaller i konsentrasjoner omkring 1 mg/l og høyere, fører til nedsatt effekt i reduktoren, i tillegg blir den avsluttende koblingsreaksjonen også påvirket. Slike prøver kan tilsettes magnesiumhydroksyd for å redusere denne interferensen (se nedenfor).

Er humusinnholdet i prøven (eventuelt etter fortynning) så høyt at fargetallet overstiger 200 eller TOC-innholdet overstiger 20 mg/l, må det organiske materialet fjernes ved felling og filtrering. Det samme gjelder suspendert stoff dersom prøven er tydelig uklar. Partikler vil holdes delvis tilbake på reduktoren og nedsette dens funksjonstid. Felling med magnesiumhydroksyd vil fjerne både humus og eventuelle tungmetaller, og medfører det suspenderte materiale i prøven. 4 mol/l natriumhydroksid tilsettes til magnesium-hydroksid begynner å felles, deretter 0,2 ml i overskudd.

Prøver som inneholder olje og fett vil føre til at kadmiumoverflaten i reduktoren etter hvert blir tildekket, og reduksjonseffekten blir dermed nedsatt.

Residual-klor interfererer ved bestemmelsen gjennom oksidasjon av kadmium-reduktoren, og fører til nedsatt effekt. Tilsetning av 0,4 ml natriumtiosulfat (35 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  pr. liter) til 1000 ml prøve, eliminerer denne interferensen.

Hvis Kjeldahlnitrogen bestemmes istedenfor totalnitrogen, er det viktig å vite om det er vanlig Kjeldahl eller reduserende metode som er benyttet, i det første tilfellet vil ikke oksygenerte nitrogenforbindelser bli medbestemt, mens dette skal være tilfelle ved den reduserende metoden.

**KOF-CR:** Aromatiske hydrokarboner og heterocykliske forbindelser oksideres ufullstendig ved denne metoden. Alifatiske forbindelser med uforgrenet karbonkjede oksideres nesten fullstendig i nærvær av sølvsulfat som katalysator.

Oksidasjon av uorganisk materiale som klorid, hydrogensulfid og jern(II) kan virke forstyrrende på bestemmelsen. Interferens fra klorid kan nedsettes – men ikke elimineres fullstendig - gjennom tilsetning av kvikksølv(II)sulfat, idet det dannes et løselig kvikksølvkloridkompleks.

**Tabell 6.1. Karakterisering av metodene**

Metall	Metode	Nedre grense	Praktisk måleområde
<b>TOT-P, µg/l</b>	Fotometri, manuell	2	2 – 800
	Fotometri, automatisert	1	1 – 500
	Ionekromatografi	10	10 – 1000
<b>mg/l</b>	ICP-AES	0,1	0,1 – 200
<b>TOT-N, µg/l</b>	Fotometri, manuell	10	10 – 1200
	Fotometri, automatisert	10	10 – 1500
<b>BOF, mg/l</b>	Manometrisk metode	10	10 – 6000
	Fortynningsmetode	3	3 – 6000
<b>KOF-Cr, mg/l</b>	NS-ISO 6060	30	30 – 700
	Testkitmetode	15	15 – 1000
<b>SS, mg/l</b>	Filtrering, tørking, veiing	0,02	0,02 - 10

Måleområdet angir det området hvor den aktuelle analysevariabel kan bestemmes direkte. For de aller fleste analysevariable kan en vannprøve – eller en oppslutning av en prøve – fortynnes slik at også høyere konsentrasjoner kan bestemmes.

Som grunnlag for å anslå deteksjonsgrensen er det vanlig å benytte standardavviket til en såkalt "null"-prøve. Dette kan være en blindprøve, eller en prøve med meget lavt innhold av den aktuelle analysevariable, fortrinnsvis like over den antatte deteksjonsgrense. Selve deteksjonsgrensen beregnes da som 3 x standardavviket til "null"-prøven, og angis med ett gjeldende siffer.

#### Krav til analyseusikkerhet

En vanlig, internasjonalt akseptert, tommelfingerregel er at den totale feil ved kjemiske analyser ikke skal være større enn  $\pm 20\%$ , forutsatt at analyseresultatet ligger tilstrekkelig langt fra deteksjonsgrensen. I området like over deteksjonsgrensen er det vanlig å kreve at den totale feilen skal være mindre enn  $\pm$  deteksjonsgrenseverdien. Dette betyr i praksis at vi benytter  $\pm$  deteksjonsgrenseverdien som målefeil i konsentrasjonsområdet fra deteksjonsgrensen og opp til en verdi tilsvarende fem ganger deteksjonsgrensen. Ved høyere konsentrasjoner skal den totale feil normalt ikke være større enn  $\pm 20\%$ . Dette benyttes som et generelt utgangspunkt ved vurdering av resultater fra ulike laboratorier, selv om det også benyttes andre grenseverdier for enkelte analysevariable. For enkelte PAH- og PCB-forbindelser er det generelle kravet til total feil vesentlig høyere enn  $\pm 20\%$ .

Som dokumentasjon av den reelle måleusikkerhet kan resultatene fra evalueringen av laboratoriets resultater ved sammenlignende laboratorieprøvning (ringtest) de har deltatt i benyttes. En evaluering av resultatene ved en sammenlignende laboratorieprøvning, representerer et eksempel på analyseusikkerheten for en gitt prøve testet på et gitt tidspunkt, og er å betrakte som en stikkprøvekontroll på analyseusikkerheten.

De fleste laboratorier har et system for oppbevaring av prøver en viss tid etter at analysen er gjennomført og rapportert, slik at det skal være mulig å få gjennomført reanalyse av prøver hvis

resultatene virker usannsynlige. Selvfølgelig vil denne type vannprøver ikke være særlig stabile og kan derfor forventes å endre seg noe under lengre tids lagring. Det bør være to – tre ukers klagefrist på resultatene, slik at prøvene ikke kastes før tre uker etter rapportering.

Krav til analysemetode bør knyttes til kravverdien. Det er et generelt krav ved kjemiske analyser at man benytter en analysemetode som har en følsomhet som gjør det mulig å analysere ned til en tiendedel av kravverdien, dvs at metoden må ha en nedre bestemmelsesgrense som er 10 % av kravverdien. Forøvrig må det være et krav at laboratoriet er akkreditert for denne analysen.

#### **Hvordan oppdage feil ved prøvetaking og analyse?**

Den enkleste kontrollen kan man foreta straks resultatene mottas ved at man kontrollerer at konsentrasjonen av ortofosfat er mindre enn totalfosfor, og at summen av nitritt, nitrat og ammonium er mindre enn totalnitrogen. Dette skal normalt være en del av kvalitetskontrollen på laboratoriet, og skal derfor ikke forekomme i analyserapporten.

Hvis resultater for den filtrerte prøven er større enn den ufiltrerte er også dette en klar indikasjon på feil. For eksempel hvis filtrert  $\text{BOF}_5$  eller KOF er høyere enn ufiltrert  $\text{BOF}_5$  eller KOF.

Kontroll av forholdet mellom KOF og  $\text{BOF}_5$  benyttes av mange som en indikasjon på om analyseresultatene er fornuftige. Ettersom dette forholdstallet kan variere svært mye avhengig av hvilken type renseanlegg det er, og hvilke bedrifter som gir tilførsler til anlegget, anbefales at man for hvert enkelt anlegg etablerer et forholdstall basert på analyser utført over en viss tidsperiode, slik at man kan fange opp eventuelle variasjoner i sammensetningen til avløpsvannet. Det er sannsynlig at feil foreligger dersom forholdet mellom KOF og  $\text{BOF}_5$  ligger utenfor intervallet 2,0 til 4,1 i innløpsprøver og utløpsprøver fra mekaniske renseanlegg, og mellom 2,2 og 4,5 i utløpsprøver fra kjemiske renseanlegg, samt hvis forholdet mellom  $\text{BOF}_5$  og SS er større enn 1,0 på innløpsvann og utløpsvann fra mekaniske renseanlegg.

Hvis utløpskonsentrasjonen av en parameter er større enn innløpskonsentrasjonen tyder også dette på en feil, hvis det ikke har vært unormale forhold i prøvedøgnet.

Kunnskaper om det enkelte anlegg er den viktigste kilden for å kunne vurdere om resultatene er riktige eller ikke. Variasjoner i avløpsvannets sammensetning vil alltid forekomme.

## 7. Referanser

- Bøyum, Å. 1971. "Avløpsteknikk". Norske sivilingeniørers forening. Kompendium. Side 7.7. Oslo
- Bøyum, Å. og Thorolfsson, S.T. 2000. "VA-teknikk del 2." Tapir forlag. Trondheim.
- Finsrud, R. 1971. "Avløpsteknikk" Norske sivilingeniørers forening. Oslo.
- Henze M., Harremoës P., la Cour Jansen J. og Arvin E. 2002. Wastewater treatment. Biological and chemical processes. 3. utgave, ISBN 3-540-42228-5 Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Tyskland.
- Hernebring C. 1996. "Snösmältingens påverkan på avloppssystem inom urbana områden". VA-FORSK. ISBN 91-88392-97-X, ISSN 1102-5638.
- Norsk standard NS-EN 752. 1997. "Utvendig stikklednings- og hovedledningssystemer." Oslo.
- NORVAR. 2002. Implementering av EUs avløpsdirektiv (91/271/EEC). Problemstillinger omkring definisjoner i EUs avløpsdirektiv. Notat. Sept. 2002. Hamar.
- Okey R. W., Stensel H. D. og Martis M. C. 1996. Modelling nitrification inhibition. Wat. Sci. Technol. 33 (6), s 101-107.
- Statens forurensningstilsyn. 1983. "TA-525 Veiledning ved dimensjonering av avløpsrenseanlegg". Oslo
- Svensk Vatten. 2005. Rapport P90. "Dimensjonering av almäna avloppsledningar," Stockholm.
- VAV. 1980. Kontroll av industriavlopp. Svenska vatten- och Avloppsföreningen, Stockholm, Sverige. Publikasjon P36.
- Wedum, K. 1984. "Analyse av vannföringsdata" NIVA-rapport VA-7-1984. Oslo.

## 8. Vedlegg 1. Beregninger fra et konstruert avløpsfelt

I det følgende er det gjort beregninger på et konstruert avløpsfelt for å illustrere virkningene av ulike dimensjonerende situasjoner. Feltet har 15 delfelt og hvert delfelt har et areal på 10 ha, lengde på 300 m, bredde på 333 m og feltet har fellesavløpssystem. Lengste strømlengde for avløpet er 1800 m. Se figur 8.1 Total konsentrasjonstid er ca. 30 minutter, befolkningstettheten er variert mellom 25, 40 og 60 pe/ha, og avrennings-koeffisienten er variert tilsvarende mellom 0,2, 0,3 og 0,4.

Tørrværsavrenningen er primært satt til 400 l/p og døgn, men beregninger med 600 l/p og døgn er også utført.

Tabell 8.1 viser noen regnintensiteter for 2- og 5-årsregn i Bergen, Fredrikstad og Ås.

Tørrværsavrenningen består i hovedsak av spillvann fra husholdninger og infiltrasjonsvann til ledningene. Nyere ledninger kan ha en fremmedvannsmengde på f.eks. 0,2 l / s pr. km ledning. Eldre ledninger har store variasjoner, f.eks. fra 0,4 til 1,0 l/s km. (Finland har retningslinjer for maksimal infiltrasjon til gammelt nett på 0,5 l/s og km, mens nytt nett har krav på maksimum 0,3 l/s og km).

Dersom vi regner 8 meter ledning pr person eller 1 km pr. 125 personer, tilsvarer en infiltrasjon på 0,5 l/s og km ledning 346 l/ p d. En normal fremmedvannmengde i norske nett ligger ofte på ca 200 l/p og døgn. Vanlig egentlig spillvannsavløp fra husholdninger ligger i underkant av 200 l/pd, og med annet spillvann vil dermed tørrværsavrenningen ofte ligge mellom 400 og 500 l/ p d.

Tabell 8.1. Noen 2-års og 5 års-regnintensiteter (l/s ha) for Ås, Fredrikstad og Bergen.

Gjentaks-intervall	Lokalitet	Regnvarighet i minutter				
		15	20	30	45	60
2 år	Ås	111	94	71	53	42
	Fredrikstad	95	75	60	45	36
	Bergen	85	75	60	46	40
5 år	Ås	157	132	100	75	60
	Fredrikstad	130	105	80	65	55
	Bergen	105	90	70	55	46

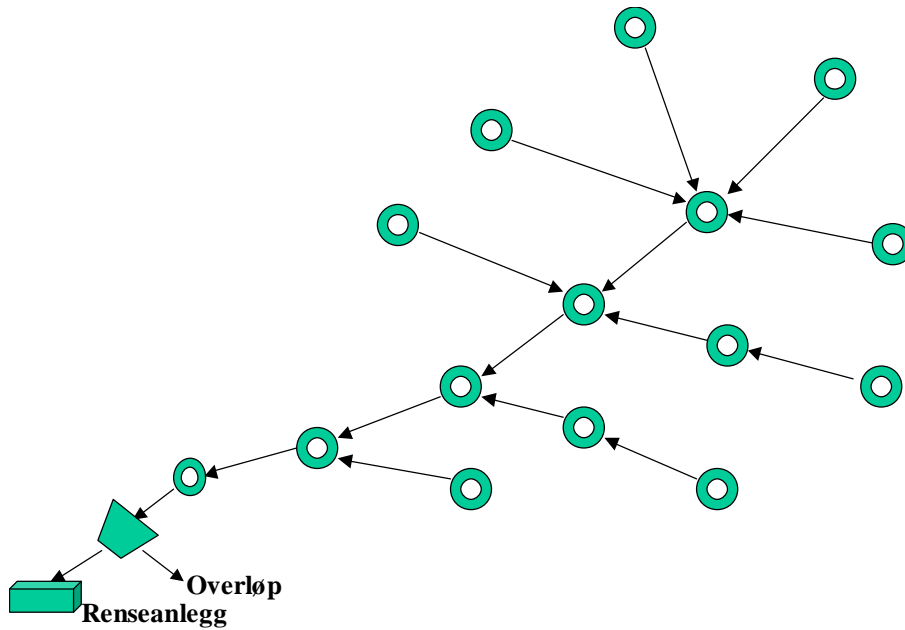
Strømningshastigheten i ledningene i feltet i figur 8.1 er beregnet for å kunne finne konsentrasjonstiden. Denne er brukt for å få det dimensjonerende 2-årsregnet. Diametrene på ledningene er valgt slik at de er de minste mulige kurante diametrene, samtidig som oppstuvning ikke skal oppstå ved et ti-årsregn. Dersom man ikke har noen regnvannsoverløp i feltet blir totale maksimale vannføringer ved ulike forutsetninger som vist i det følgende.

Et to-årsregn på Ås med 30 minutters varighet har en intensitet på 71 l/s og ha.

Hvis feltet har en avrenningskoeffisient på  $\phi = 0,3$  gir den rasjonelle metode

$Q_{\text{maks}} = 71 \text{ l/s ha} \times 150 \text{ ha} \times 0,3 = 3195 \text{ l/s}$ . Parallell beregninger utført med datamodellen

NIVANETT ga ikke avgjørende forskjeller, så vi har valgt å benytte den rasjonelle metoden av pedagogiske og praktiske årsaker.



Figur 8.1. Konstruert felt med fellesavløpssystem med totalt areal på 150 ha.

#### Forslag til metodikk fra den norske og europeiske standarden NS-EN 752.

NS-EN 752 angir to prinsipielt forskjellige metoder for å dimensjonere videreført vannmengde fra et overløp videre til for eksempel et avløpsrenseanlegg. Den første metoden baserer seg på en kritisk regnintensitet:

*"Regnvannsoverløp kan dimensjoneres slik at det trer i funksjon først etter en kritisk regnintensitet, normalt mellom 10 l/s-ha (impermeable flater) og 30 l/s-ha (permeable arealer), avhengig av resipientens følsomhet".*

Dersom man antar at det er et overløp ved utløpet av feltet umiddelbart før et avløpsrenseanlegg og en avrenningskoeffisient  $\phi = 0,3$ , vil 10 l/s ha (impermeable flater) gi en videreført vannføring på  $10 \times 150 \times 0,3 = 450$  l/s.

Hvis det antas en tørrværsavrenning på 400 l/p døgn og 40 pe/ha, blir midlere tørrværsvannføring 27,8 l/s. Dette betyr igjen at regnvannsavrenningen da blir på  $450/27,8 = 16,2$  x midlere tørrværsavrenning. Ved en regnintensitet på 30 l/s ha (permeable flater) blir tilsvarende vannføringen på  $30 \times 150 \times 0,30 = 1350$  l/s.

Disse og tilsvarende beregninger ligger til grunn for tallene i tabell 8.2.

NS-EN 752 sier om den andre beregningsmetoden følgende:

*"Alternativt, når resipientens selvrensingsevne ikke er truet, kan et enkelt kriterium (normalt en fortynningsgrad på 5 til 8 ganger tørrværsavrenningen før overløpet trer i funksjon) bli benyttet som utslippskrav."*

Tabell 8.2 viser hvilke avrenninger i l/s og ha som oppstår ved utløpet av feltet i ulike situasjoner, og hva dette tilsvarer i antall ganger midlere tørrværsavrenning (TVA). Det er antatt kun ett overløp umiddelbart før renseanlegget.

De situasjoner som er vist er de to nevnte metodene fra NS-EN 752, ulike snøsmeltings-intensiteter og et to-års regn fra Ås. Snøsmelteintensitetene er hentet fra Svensk Vatten (2005). Ser man for eksempel på den midlere situasjonen med 40 pe/ha og  $\phi = 0,3$ , får man for NS-EN 752s to kritiske regn-intensiteter en avrenning fra totalarealet på h.h.v. 3 og 9 l/s ha. Dette tilsvarer overløpsinnstillinger på h.h.v.  $16,2 + 1 = 17,2$  TVA og  $48,6 + 1 = 49,6$  TVA, som er langt høyere enn 5 og 8 ganger TVA som NS-EN 752 foreslår.

For å belyse fortynningsforholdene i tørrværsavrenningen forårsaket av overvann, er total fosfor (tot-P) valgt som indikator i disse beregningene. I figur 8.2 er det antatt kun ett overløp umiddelbart før renseanlegget, og det er antatt at spesifikk produksjon av tot-P er 1,6 g/p d og at tørrværsavrenningen er 400 l/p d. Figur 8.2 viser blandingskonsentrasjonen av tørrværsavrenningen og overvannsbidraget avhengig av andelen overvann. Horisontalaksen er benevnt overløpsinnstilling, fordi man tenker seg ett overløp ved innløpet til renseanlegget, som slipper inn en vannføring bestående av tørrværsavrenningen TVA og overvann som i mengde regnes som et visst antall ganger TVA.

Går man inn i figur 8.2 med de nevnte overløpsinnstillingene på 17,2 og 49,6, ser man at bidragskonsentrasjonen av fosfor (tot-P) fra spillvannet er h.h.v. 0,2 og under 0,1 mg/l, hvis det er null fosfor i overvannet. Dette er langt under forslaget til NORVAR (2002) om 1,5 ganger standard avvik fra middelverdien.

En 2-årssnøsmelting på 5,5 l/s ha gir en kritisk overløpsinnstilling på  $29,7 + 1 = 30,7$ . Dette gir i h.h.t. figur 8.2 en blandingskonsentrasjon på ca. 0,5 mg/l dersom det er 0,3 mg tot-P/l overvann og ca. 0,2 hvis overvannet ikke bidrar med fosfor.

Ett to-års regn på 71 l/s og ha gir en kritisk overløpsinnstilling på  $115 + 1 = 116$  og dermed en fortynning av spillvannet på over 100 ganger.

Hensikten med tabellen er bl.a. å sammenholde verdiene for avrenning i l/s ha og antall ganger TVA i utløpet for et 2-årsregn og snøsmelting, med det man får med kriteriene fra NS-EN 752.

Bøyum og Thorolfsson (2000) angir at et regn med 6 måneders gjentakintervall i Stavanger for et 30 minutters regn var 29 l/s ha og et 30 minutters regn med 6 måneders gjentakintervall i Trondheim var på 20 l/s ha. Bruker man 6-måneders-regnet fra Stavanger ser man, ved å gå inn i tabell 8.2 og deretter i figur 8.2, at konsentrasjonen av fosfor i utløpet av feltet blir godt under 0,1 mg/l dersom vi ikke regner noe bidrag fra overvannets fosfor.

Normal konsentrasjon av tot-P ved 400 l/p og døgn og 1,6 g/p d blir = 4 mg/liter.

Antar vi at standard avvik ( $\sigma$ ) er 1,2 mg/l (dvs. +/- 30 %), kan den minimale "vanlige situasjonen" bli =  $4 - (1,2 \times 1,5) = 2,2$  mg tot-P/l.

Det skal nesten ikke noe regn av betydning til for å nå ned til denne fortynningen, da den nå allerede ved en samlet vannføring av spillvann og overvann på bare 727 l/pd. (Forutsatt null innhold av P i overvannet) D.v.s. et gjennomsnittlig våtværstilskudd på  $727 \text{ l/pd} - 400 \text{ l/pd} = 327 \text{ l/pd}$ . (eller 22,7 l/s eller en regnintensitet på 0,5 l/s ha).

Dersom standard avvik er 2 mg/l eller +/- 50 % blir tallene:

$4 - (2 \times 1,5) = 1$  mg tot P/l, tilsvarende en tørrværsavrenning på 1600 l/p d (Forutsatt null innhold av P i overvannet). D.v.s. et gjennomsnittlig våtværstilskudd på  $1600 \text{ l/pd} - 400 \text{ l/pd} = 1200 \text{ l/pd}$ . (eller 83,3 l/s eller en regnintensitet på 1,85 l/s ha).

Tabell 8.2 Maksimale vannføringer og bidrag fra overvann i våtværssituasjoner i et tenkt felt med et areal på 150 ha.

Situasjon	60 pe/ha og $\phi = 0,4$ TVA = 41,7 l/s		40 pe/ha og $\phi = 0,3$ TVA = 27,8 l/s		25 pe/ha og $\phi = 0,2$ TVA = 17,4 l/s	
	Maks. avrenning (l/s ha) fra snø eller regn (totalt areal)	Bidrag fra overvann i antall ganger midlere tørrværsavrenning	Maks. avrenning (l/s ha) fra snø eller regn (totalt areal)	Bidrag fra overvann i antall ganger midlere tørrværsavrenning	Maks. avrenning (l/s ha) fra snø eller regn (totalt areal)	Bidrag fra overvann i antall ganger midlere tørrværsavrenning
Snøsmelting 10 års gjentakintervall	7	25	7	38	7	60
Snøsmelting 2 års gjentakintervall	5,5	19,8	5,5	29,7	5,5	47,4
Kritisk overløpsinnstilling = 5 x TVA	1,1	4	0,74	4	0,46	4
Kritisk overløpsinnstilling = 8 x TVA	1,9	7	1,3	7	0,81	7
Regn = 10 l/s·ha (regner bare impermeable flater)	4	14,4	3	16,2	2	17,2
Regn = 30 l/s·ha (permeable arealer)	12	43,2	9	48,6	6	51,7
2-årsregn på Ås. Varighet 30 min	28,4	102	21,3	115	14,2	122
6 måneders regn i Stavanger, 30 min	11,6	41,7	8,7	47	5,8	50

**Tar man utgangspunkt i at "uvanlige prøvesituasjoner" er en konsentrasjon på 1,5 ganger standard avvik fra middel kan man gjøre følgende resonneringer.**

Innholdet av tot-P i overvann ligger normalt på 0,2 til 0,3 mg/l avhengig av de flater overvannet kommer fra. En konsentrasjon på 0,3 er mest representativ for forholdsvis urbaniserte områder. For eneboligområder o.l. ligger man ofte ned på 0,2 mg/l.

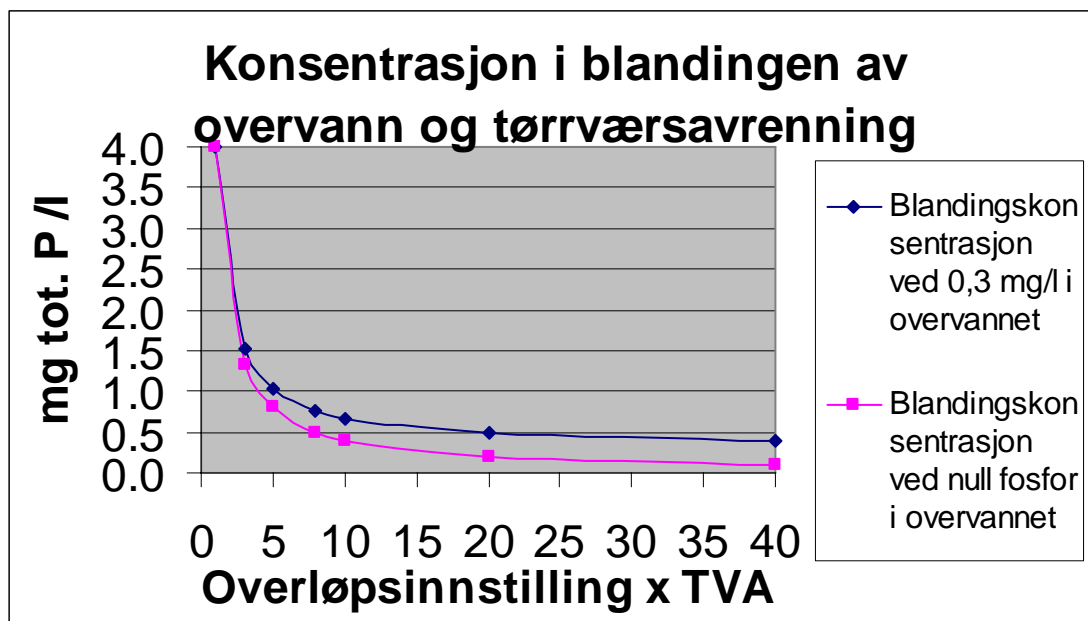
Den øvre kurven nærmer seg asymptotisk til 0,3 mg/l og den nedre til null.

Hvis grensen for "uvanlige forhold" settes til 1 mg/l i figur 8.2, tilsvarer dette en overløpsinnstilling foran renseanlegget på ca. 5 x tørrværsavrenningen hvis overvannet inneholder 0,3 mg tot-P /liter. Tilsvarende blir overløpsinnstillingen 4 x tørrværsavrenningen ved null innhold av P i overvannet. Denne kritiske overløpsinnstillingen på 5 x TVA nås allerede ved en overvannsavrenning på 0,74 l/s ha, som igjen fåes ved en regnintensitet på 2,5 l/s ha. (Ved feltet på 150 ha med  $\phi = 0,3$ ).

Dette viser at det skal svært lav regnintensitet til for å nå "uvanlige forhold".

Når 2-årsregnet er på h.h.v. 71 l/s ha på Ås og 60 l/s ha i Bergen og Fredrikstad, viser dette at hvis man ønsker å tallfeste et gjentakintervall på regn som skal omtrent gi den nevnte definisjonen på "uvanlige forhold" for konsentrasjonen på avløpet, må man svært langt ned.





Figur 8.2. Konsentrasjon av tot-P i blandingen av tørrværsavrenningen med 1,6 g/pd og overvannsbidraget med 0,3 mg/l i øvre kurve og null mg/l i overvannet i nedre kurve. Tørrværsavrenning på 400 l/pd

Reinholds formel, Bøyum (1971), for sammenheng mellom hyppighet pr. år, regnintensitet og regnvarighet sier følgende:

$$I = (38/(T + 9)) I_{15} (n^{-0,25} - 0,369)$$

Der I = regnintensitet i l/s ha, T = regnvarighet i minutter, n = antall overskridelser pr. år og  $I_{15}$  = den regnintensitet som inntreffer 1 gang pr. år med regnvarighet 15 minutter.

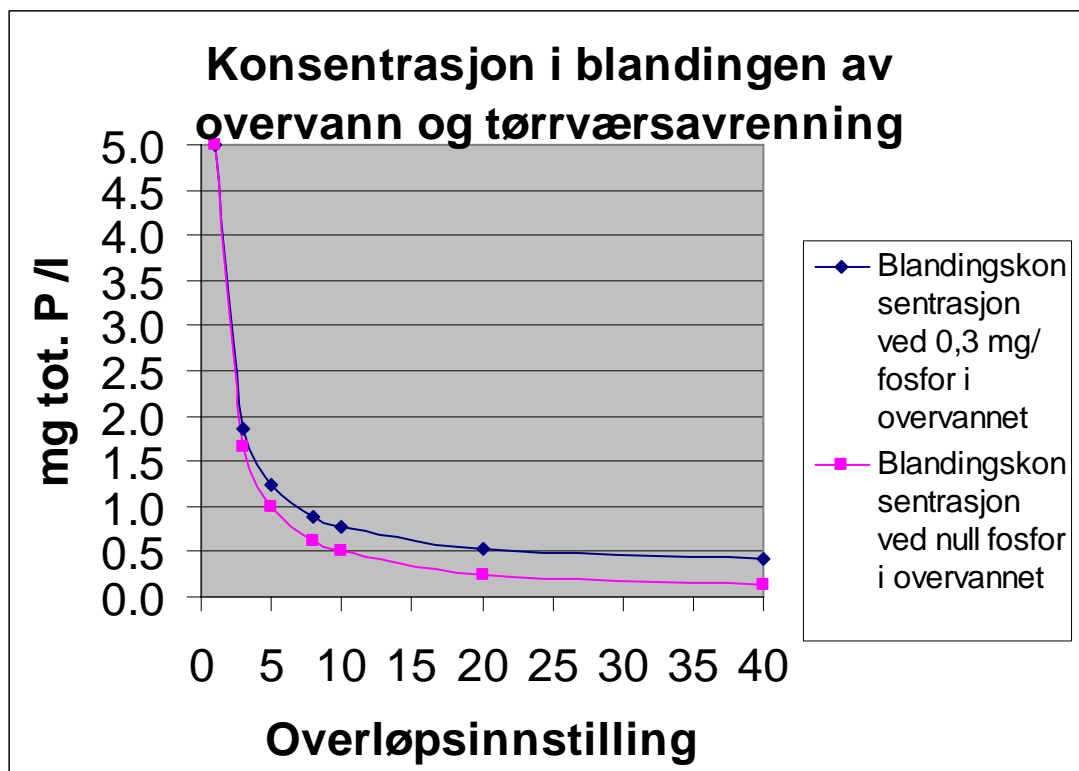
Bruker man regndata fra Ås og Reinholds formel, finner man at regnintensiteten på 2,5 l/s ha overskrides 39 ganger pr. år for regn som varer i 30 minutter (konsentrasjonstiden for feltet).

Dersom tørrværsavrenningen er 600 l/pd og spesifikk produksjon på 1,6 g/pd, får man ved en overløpsinnstilling på 3,4 x TVA en konsentrasjon på 1,0 tot-P mg/l dersom det er 0,3 mg P/l i overvannet, mens en overløpsinnstilling på 2,7 x TVA gir en konsentrasjon på 1,0 mg/l dersom det ikke er noe fosfor i overvannet. (Se vedlegg 2 i kapittel 9).

Dersom spesifikk fosforproduksjon er 2,0 g/pd og tørrværsavrenningen er 400 l/pd, blir midlere fosforkonsentrasjon 5 mg/l. Antar vi fortsatt at standardavvik ( $\sigma$ ) er +/- 50 %, blir den "uvanlige" verdien  $5 - 2,5 \times 1,5 = 1,25$  mg/l.

Når overvannet har 0,3 mg tot-P/l, ser man av figur 8.3 at dette skjer ved en overløpsinnstilling på 5 x TVA. Dersom overvannet ikke har noe fosfor, blir tilsvarende overløpsinnstilling på 4 x TVA.

Ved å sammenholde tabell 8.2 og figurene 8.2 og 8.3 ser man at konsentrasjonene i videreført vannføring til avløpsrensaneanlegget blir svært små ved mange av alternativene, og mye mindre enn den foreslåtte verdien på 1,5 x standardavviket fra middel.



Figur 8.3. Konsentrasjon av tot-P i blandingen av tørrværsavrenningen med 2,0 g/pd og overvannsbidraget med 0,3 mg/l i øvre kurve og null mg/l i overvannet i nedre kurve. Tørrværsavrenning på 400 l/pd

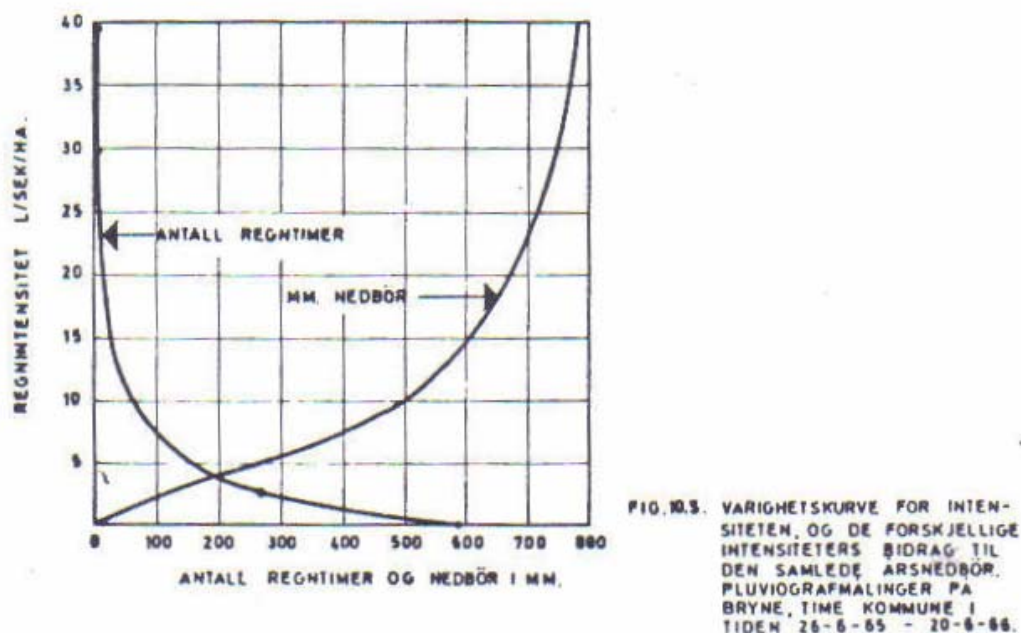
Det er interessant å notere at den foreslåtte verdien på 1,5 x standardavviket fra middel gir en kritisk overløpsinnstilling på 5 x tørrværsavrenningen, som foreslått i NS-EN 752. Det er da forutsatt 0,3 mg tot-P /l overvann, som er ganske realistisk, særlig med tanke på slamavsetninger som også spyles ut i deler av året.

Et 2-årsregn som varer i 30 minutter (konsentrasjonstiden for feltet) gir en vannføring på 115 x TVA (Se tabell 8.2). Dette gir en konsentrasjon i videreført vannføring på 0,33 mg/l dersom overvannet har 0,3 mg/l og bare 0,03 mg/l dersom overvannet ikke inneholder noe fosfor.

Når metodikken med  $n \times TVA$  brukes som kriterium spiller ikke befolkningstettheten inn da den forkortes bort i divisjonen mellom massetransport og vannføring videreført fra overløpet, i beregningen av konsentrasjonen i videreført vannføring.

Ved en overløpsinnstilling på 5 x TVA ser vi av tabell 8.2 at korresponderende regnintensitet blir ca. 1 l/s ha. Fra figur 8.4 går det frem at dette er en regnintensitet som overskrides i ca 400 timer pr. år i Time kommune. Varighetskurver for Sandefjord og Blindern viser for 1 l/s ha litt over 400 timer for Sandefjord og en del under 400 timer for Blindern. Kurvene er imidlertid gamle og klimaeffekter har nok ført til at antall timer med nedbør har økt.

Mange av regnhendelsene har ganske kort varighet og det betyr at ved såpass lav intensitet som 1 l/s ha vil mange regn ikke gi avrenning fordi marken må fuktes opp og småfordypninger fylles opp før det kan bli en avrenning. Dette betyr at antall timer med full avrenning av regn med høyere intensitet enn 1 l/s ha foregår i langt færre timer enn 400 pr. år, kanskje nærmere 200. Det vil si at man sannsynligvis får en avrenning på høyere enn 5 x TVA i 2-3 % av årets timer.



Figur 8.4. Varighetskurve for nedbør i Time kommune. Finsrud, R. 1971.

#### Maksimal kortvarig fortynning av innløpet kontra midlere fortynning over ett helt døgn.

De betraktningene som er gjort over er basert på at fortynningen nås i noen få minutter ved et regn med varighet lik konsentrasjonstiden på 30 minutter i vårt konstruerte felt. Hvis vi derimot setter som krav at konsentrasjonen i hele døgnblandprøven skal ligge under 1,5  $\sigma$  lavere enn middel, blir det naturlig å se på regn med varighet lik 24 timer. For nedbørstasjonen på Ås er to-års regnet som varer i 24 timer lik 4,6 l/s ha. For det konstruerte feltet med avrenningskoeffisient på 0,3 blir avrenningsintensiteten da 1,4 l/s ha og maks overvannsavrenning 207 l/s ha. TVA for dette feltet var 27,8 l/s. Total vannføring med TVA blir så 235 l/s og overløpsinnstillingen/influenten blir 8,5 TVA. Figur 8.2 viser at konsentrasjonen da blir 0,7 mg/l med overvann som har 0,3 mg/l og ca. 0,5 mg P/l med overvann uten fosfor.

Ett-årsregnet er ikke beregnet av Meteorologisk institutt, men basert på en interpolering ligger ett-års regnet for 24 timer på ca. 3,5 l/s ha. Dette gir en overløpsinnstilling/innslipp til renseanlegget på 6,6 TVA. Figur 8.2 viser at konsentrasjonen da blir 0,85 mg/l hvis overvannet har 0,3 mg/l. Ser vi på figur 8.3 med spesifikk fosforproduksjon på 2,0 g/person pr. døgn, blir konsentrasjonen 1,0 mg tot-P pr. liter, hvis overvannet har 0,3 mg tot-P pr. liter.

Dette viser at hvis man forlanger at gjennomsnittskonsentrasjonen i innløpet til renseanlegget skal ligge 1,5  $\sigma$  lavere enn middel, så vil dette for et 24-timers regn oppstå litt oftere enn en gang pr. år.

#### Snøsmelting

I Sverige har det vært arbeidet en del med å fremskaffe kunnskap om snøsmeltingens påvirkning på avløpssystemet (Hernebring 1996). Studier i 6 svenske kommuner viser at smelteavrenning har betydelig påvirkning på avløpssystemet.

Målinger i Sverige (Svenskt Vatten 2005) har vist at 10- årsavrenningen pga. snøsmelting ligger mellom 8,3 og 5,2 l/ s ha for 7 svenske byer i Nord-Sverige. For Huskvarna lenger sør lå 10- årsavrenningen på 4 l/s ha. Dette er regnet som middel over 12 timer.

For 2-års avrenningen lå denne på 4,6 l/s ha i sørlige og midtre deler av Sverige og 6,9 l/s ha i Nord-Sverige.

Dersom man antar en snøsmelting med ca 10-årshyppighet på 7 l/ s ha i feltet på 150 ha blir maksimal snøsmelteavrenning på 1050 l/s, fordi hele feltet antas å avgi avrenning uten infiltrasjonsmuligheter.

Dersom vi antar at 2 års hyppigheten på snøsmelting er 5,5 l/s ha blir maksimal avrenning for 2 år 825 l/s. Dette er betydelig lavere enn 2-årsregnet.

#### **Det er ikke bare ett overløp i et avløpsfelt.**

En kompliserende faktor er at det ikke bare er ett overløp ved utløpet av et felt med fellesavløpssystem. Mange ti-talls overløp kan være jevnt spredd utover i et avløpsfelt. Dette betyr at når avløpsvannet kommer til området nærmere avløpsrenseanlegget, er det allerede avlastet betydelige avløpsmengder i våtværssituasjoner. Overløpet umiddelbart før avløpsrenseanlegget avlastar derfor bare tilskuddet fra nærområdet til avløpsrenseanlegget og eventuelt en ytterligere reduksjon i forhold til avlastningene lenger oppstrøms.

Resonnementet med fortykning av spillvann med overvann blir likevel den samme enten avlastningene skjer i mange små overløp fordelt i nettet eller i ett stort overløp rett foran renseanlegget.

#### **Forhold ved prøvetakingen.**

Ved avløpsrenseanlegg i Norge tas det normalt ukeblandprøver på tot-P og døgnblandprøver for BOF og KOF. Man kan imidlertid velge og også bruke døgnblandprøve for fosfor. I en ukeblandprøve slår et regn lite ut, mens i en døgnblandprøve påvirkes fortykningen mye mer.

Dersom man antar at en personekvivalent produserer 60 g BOF<sub>5</sub>/døgn og 100 g KOF/døgn, samt at tørrværsavrenningen ligger 400 l/p d blir normale verdier av:

BOF<sub>5</sub> = 150 mg/ og KOF = 250 mg/l.

Regner vi et standard avvik  $\sigma$  på +/- 50 %, som ikke er uvanlig, og antar at  $1,5 \times \sigma$  fra middelveien er uvanlige forhold, blir nedre grense for uvanlige forhold på:

BOF<sub>5</sub> =  $150 - 75 \times 1,5 = 38$  mg/l

KOF =  $250 - 125 \times 1,5 = 63$  mg/l

Disse verdiene er da korresponderende med en nedre grense på ca. 1 mg tot-P pr.liter.

#### **Hvordan kan man beregne tørrværsavrenningen?**

Tørrværsavrenning er i TA-525 (SFT 1983) definert som:

$$Q_t = q_{\text{spes}} \cdot P + Q_i + Q_{\text{ind}} \quad \text{der}$$

$Q_t$  = Tørrværsavrenning (m<sup>3</sup>/d)

$q_{\text{spes}}$  = Spesifikk avløpsvannmengde (m<sup>3</sup>/P·d)

$P$  = Antall personer tilknyttet renseanlegget

$Q_i$  = Infiltrasjonsvannmengde i tørrværsperioder (m<sup>3</sup>/d)

$Q_{\text{ind}}$  = Vannmengde fra industri, næringsliv og offentlig virksomhet

Spesifikk avløpsvannmengde er i TA-525 satt til 200 l/PE·d.

Infiltrasjonsvannmengde kan beregnes i henhold til TA-525, eller aller helst måles i tørrværsperioder. TA-525 angir minimum 2-300 l/PE·d som spesifikk infiltrasjonsvannmengde (fra 100 til 500 l/PE·d avhengig av type og alder på ledningsnett), eller fra 0,2 til 1,0 l/s·km ledningslengde). Der det er mulig, bør infiltrasjonsvannmengdene måles om natten i tørrværsdøgn etter sju sammenhengende døgn uten nedbør eller snøsmelting.

Vannmengde fra industri, næringsliv og offentlig virksomhet kan beregnes ved hjelp av vannmengdene avlest på vannmålerne i de respektive virksomheter. I TA-525 er næringsliv og offentlig virksomhet tatt med i husholdningsavløpet fordi avløpsvannet fra disse stort sett er sanitæravløp. Ved beregning av vannmengder er det imidlertid mer naturlig å ha dem med i industritilførslene, da disse virksomhetene normalt har vannmålere som brukes til beregning av avgifter. Der man har historiske avløpsvannmengdedata, bør man bruke disse dataene til å finne tørrværsavrenningen. Tørrværsavrenning kan da være avrenning i ett døgn etter sju døgn uten regn eller snøsmelting. Man bør fortrinnsvis måle tørrværsavrenningen i sommerhalvåret.

## 9. Vedlegg 2. Konsentrasjon i utløpet fra avløpsfeltet som funksjon av overvannsmengden og andre sentrale parametere.

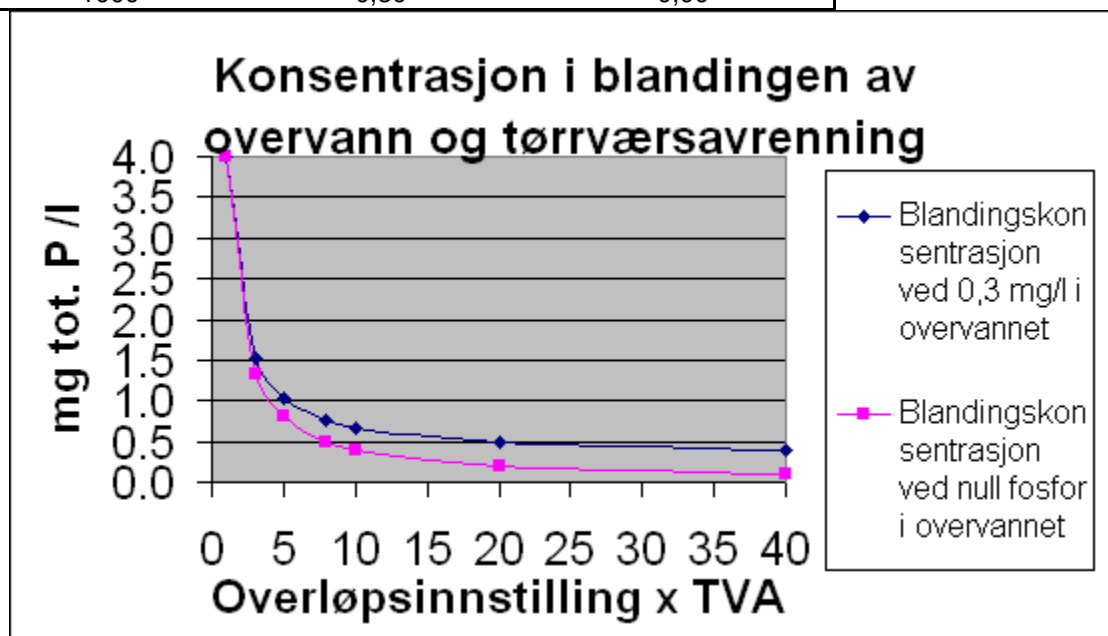
### Tørrværsavrenning på 400 l/pd og 1,6 g tot-P/pd

#### Blandingskonsentrasjon

Forutsetter	1,6	mg tot-P/l tørrværsavrenning
Forutsetter	0,3	mg tot-P/l overvann
Forutsetter	400	l/p d i tørrværsvannføring

Overvann i antall ganger tørrværsavrenning på 7 gir en kritisk overløpsinnstilling på 8 x TVA

Overløpsinnstilling n x tørrværsavrenningen TVA	Blandingskonsentrasjon ved 0,3 mg/l i overvannet	Blandingskonsentrasjon ved null fosfor i overvannet
1	4,00	4,00
3	1,53	1,33
5	1,04	0,80
8	0,76	0,50
10	0,67	0,40
20	0,49	0,20
40	0,39	0,10
1000	0,30	0,00



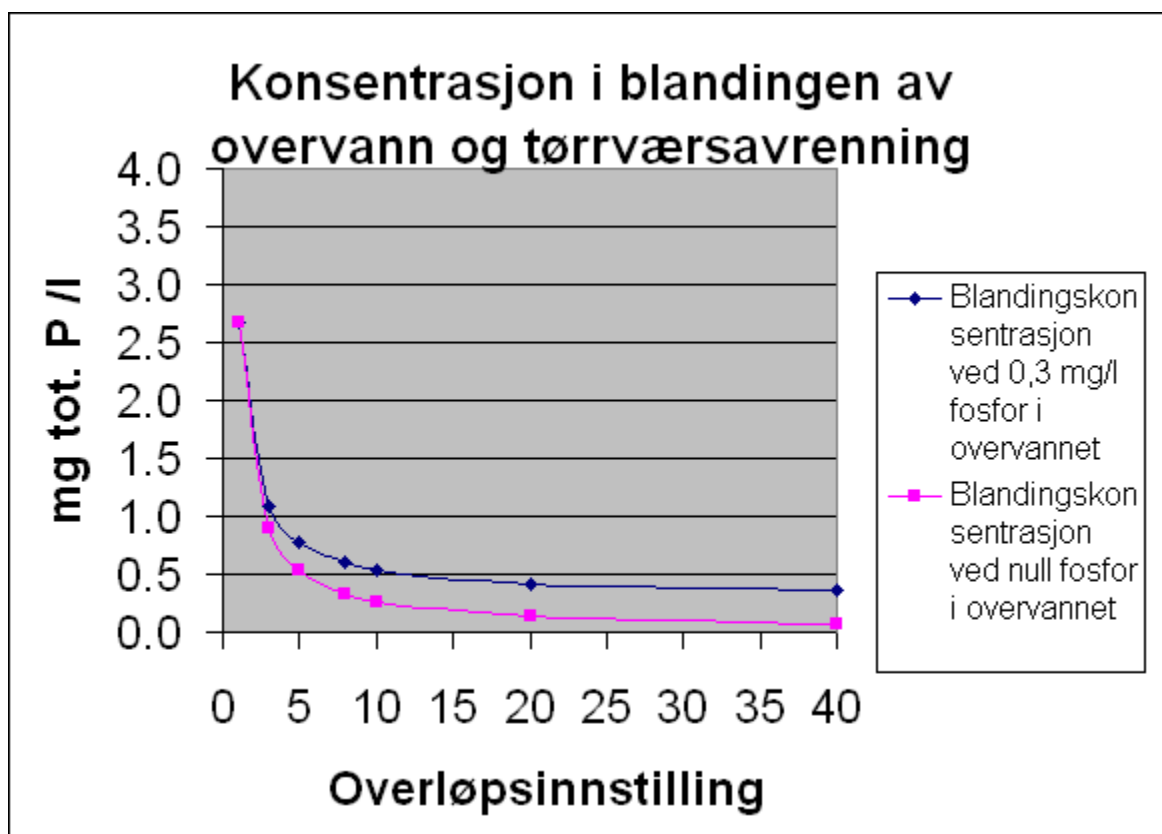
## Tørrværsavrenning på 600 l/pd og 1,6 g tot-P/pd

### Blandingskonsentrasjon

Forutsetter	1,6	mg tot-P/l tørrværsavrenning
Forutsetter	0,3	mg tot-P/l overvann
Forutsetter	600	l/p d i tørrværsvannføring

Overvann i antall ganger tørrværsavrenning på 7 gir en kritisk overløpsinnstilling på 8 x TVA

Overløpsinnstilling n x tørrværsav- renningen TVA	Blandingskonsentrasjon ved 0,3 mg/l fosfor i overvannet	Blandingskonsentrasjon ved null fosfor i overvannet
1	2,67	2,67
3	1,09	0,89
5	0,77	0,53
8	0,60	0,33
10	0,54	0,27
20	0,42	0,13
40	0,36	0,07
1000	0,30	0,00



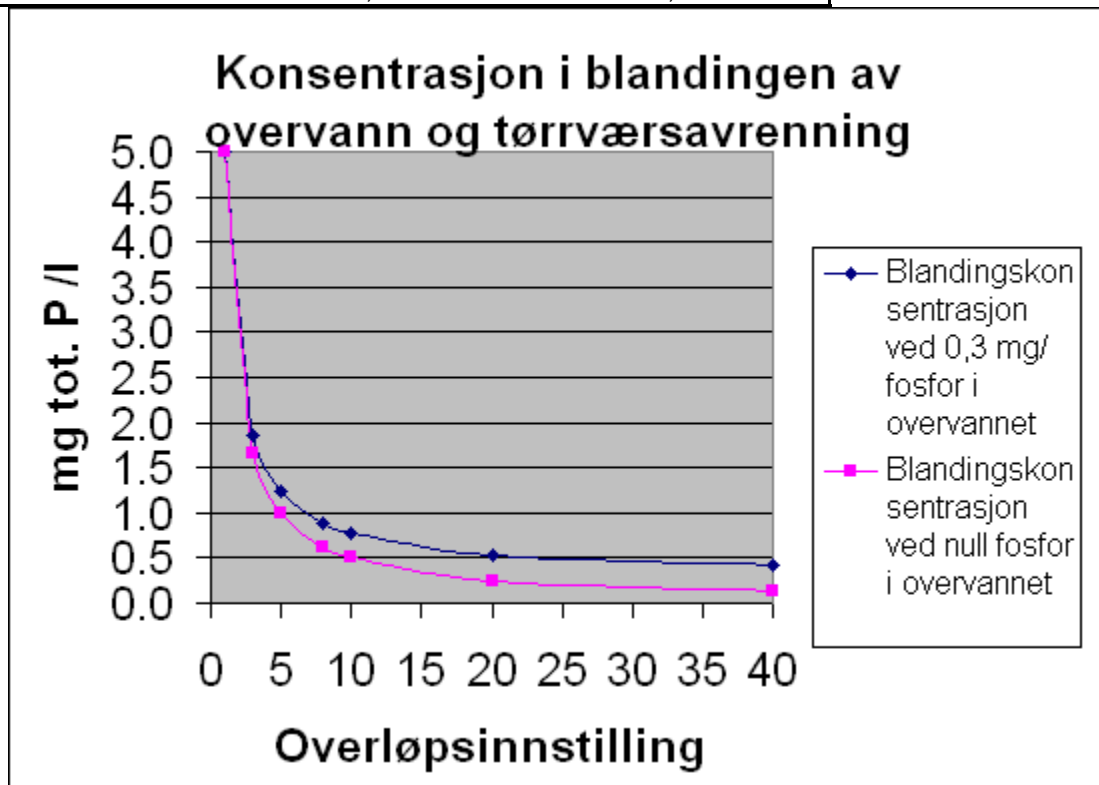
## Tørrværsavrenning på 400 l/pd og spesifikk produksjon på 2,0 g tot-P/pd.

### Blandingskonsentrasjon

Forutsetter	2	mg tot-P/l tørrværsavrenning
Forutsetter	0,3	mg tot-P/l overvann
Forutsetter	400	l/p d i tørrværsvannføring

Overvann i antall ganger tørrværsavrenning på 7 gir en kritisk overløpsinnstilling på 8 x TVA

Overløpsinnstilling n x tørrværsavrenningen TVA	Blandingskonsentrasjon ved 0,3 mg/ fosfor i overvannet	Blandingskonsentrasjon ved null fosfor i overvannet
1	5,00	5,00
3	1,87	1,67
5	1,24	1,00
8	0,89	0,63
10	0,77	0,50
20	0,54	0,25
40	0,42	0,13
1000	0,30	0,01





## 10. Vedlegg 3. Svar fra utenlandske institusjoner

### **Epost fra Kerstin Rosén Nilsson Naturvårdsverket, Stockholm 28. juni 06.**

**OK:** ekstrem nederbörd, stora ombyggnadsarbeten (dock välplanerade och snabba), olyckor som ej kunde undvikas.

**Icke OK:** normala regn, normalt låga temperaturer (årligen återkommande), normalt underhåll (byte av slamskrapa exv.), förutsebara säsongsvariationer som ökad turism eller högproduktion i ansluten industri.

Vi har i ett yttrande föreslagit att tvåårs-regn definitivt borde anses som normalt.

### **Epost fra Mogens Kaasgaard Miljøstyrelsen København 24. august 06**

I Danmark udføres kontrol af udledning fra renseanlæg efter en Dansk Standard 2399. Se fx <http://www.ds.dk/2560>

Der er tale om en statistisk kontrol der tager højde for at der kan være et vist antal høje værdier, f.eks.som følge af ekstrem regnhændelser.

Danmark bruger altså som udgangspunkt ikke muligheden for at tage ekstrem værdier som følge af nedbør ud af kontrollen.

Det var en komite der lavede den danske standard og prof. Jes la Cour lavede en større statistisk bearbejdning fra mange danske anlæg for at belyse konsekvenserne af forskellige valg. Man kiggede også på outliers og de blev altså ikke taget ud, selvom vi gjorde forskellige øvelser for at se betydningen. I standarden logaritmeres data og det betyder at de ikke vægtes så tungt.

### **Notat fra Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) UK 3. oktober 2006**

#### **NORMAL OPERATING CONDITIONS UNUSUAL SITUATIONS AND NORMAL LOCAL CLIMATIC CONDITIONS**

#### **1. THE REGULATIONS' TERMINOLOGY**

1.1 The term "normal operating conditions" is used in paragraph 4(b) of Part II of Schedule 3; the phrase "unusual situations such as those due to heavy rain" is used in paragraph 5 of Part II of Schedule 3; "normal local climatic conditions" are referred to in regulation 4(4)(a).

#### **2. INTERPRETATION**

2.1 In order to assist in interpreting the weather conditions that might be considered to be abnormal or unusual, a definition of exceptional weather conditions is given below, together with an example of what might be considered to be other kinds of abnormal or unusual operating conditions.

#### **2.2 Definitions**

2.2.1 Sewage treatment works will be deemed to have been under normal operating conditions except during that period when

a. sections 87 (2) or 89 (1) of the Water Resources Act 1991 applied;

b. unusual weather conditions occur, including:-

- i. low ambient temperatures as evidenced by effluent temperatures of 5 degrees centigrade or less, or by the freezing of mechanical equipment in the works;
- ii. significant snow deposits;
- iii. tidal or fluvial flooding;
- iv. weather conditions causing unforeseen loss of power supply to the sewage treatment which could not be ameliorated by the reasonable provision and operation of standby generation facilities.

c. the Agency has issued a notice to modify the consent under Chapter II WRA for reasons such as capital works construction.

2.2.2 It is standard practice in the UK to take account of local climatic conditions.

## **11. Vedlegg 4. Typiske forurensningsparametere for et utvalg industrivirksomheter med høyt forurensningspotensial.**

Tabell 11.1 og 11.2 oppsummerer typisk vannforbruk, spesifikk avløpsvannproduksjon, spesifikke forurensningsmengder (målt som konvensjonelle måleparametere), konsentrasjon i påslipp og andre sentrale parametere for et utvalg av industrier/bedrifter med et stort forurensningspotensial. Tallene stammer fra Svenska Vatten- och Avloppsverksföreringen, nå Svensk Vatten, publikasjon P36 "Kontroll av industriavlopp" fra 1980 (VAV, 1980), hentet ut fra tabell 1.3 i Henze m.fl. (2002).

Tabell 11.1 Typiske forurensningsparametere for et utvalg industrivirksomheter med høyt forurensningspotensial.m.fl. Kilder: VAV (1980) og Henze et al. (2002).

Industri	Vannforbruk	Spes. avløpsvann- produksjon	Spes. forurensnings- mengder
<b>Meierier</b> - melk for konsum - ost - blandet produksjon	0,7-2,0 m <sup>3</sup> /t 0,7-3,0 m <sup>3</sup> /t 0,7-2,5 m <sup>3</sup> /t	0,7-1,7 m <sup>3</sup> /t 0,7-2,0 m <sup>3</sup> /t 0,7-2,0 m <sup>3</sup> /t	0,4-1,8 kg BOF <sub>7</sub> /t 0,7-2,0 kg BOF <sub>7</sub> /t 0,7-2,0 kg BOF <sub>7</sub> /t
<b>Slakterhus</b> - slakting  - slakting+kjøttspesialiteter - kjøttspesialiteter		3-8 m <sup>3</sup> /tp  3-12 m <sup>3</sup> /tp 1-15 m <sup>3</sup> /tp	7-16 kg BOF <sub>7</sub> /tp  10-25 kg BOF <sub>7</sub> /tp 6-15 kg BOF <sub>7</sub> /tp
<b>Bryggeri</b> Øl og mineralvann	3-7 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> *	3-7 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> *	4-15 kg BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup>
<b>Hermetikkfabrikk</b> - potet (tørt skrelling) - potet (våt skrelling) - rødbete - gulrot - erter - blandet produksjon - fisk	2-4 m <sup>3</sup> /t 4-8 m <sup>3</sup> /t 5-10 m <sup>3</sup> /t 5-10 m <sup>3</sup> /t 15-30 m <sup>3</sup> /t 20-30 m <sup>3</sup> /tf 8-15 m <sup>3</sup> /t	      4-8 m <sup>3</sup> /t	3-6 kg BOF <sub>7</sub> /t 5-15 kg BOF <sub>7</sub> /t 20-40 kg BOF <sub>7</sub> /t 5-15 kg BOF <sub>7</sub> /t 15-30 kg BOF <sub>7</sub> /t 10-50 kg BOF <sub>7</sub> /t
<b>Tekstilindustri</b> - hele industrien - bomull - ull - syntetiske fibre	100-250 m <sup>3</sup> /t	100-250 m <sup>3</sup> /t 100-250 m <sup>3</sup> /t 10-100 m <sup>3</sup> /t 150-250 m <sup>3</sup> /t	50-100 kg BOF <sub>7</sub> /t 70-120 kg BOF <sub>7</sub> /t 15-30 kg BOF <sub>7</sub> /t
<b>Garveri</b> - blandet produksjon - skinn - pels	20-70 m <sup>3</sup> /t 20-40 m <sup>3</sup> /t 60-80 m <sup>3</sup> /t	20-70 m <sup>3</sup> /t 20-40 m <sup>3</sup> /t 60-80 m <sup>3</sup> /t	30-100 kg BOF <sub>7</sub> /t 1-4 kg Cr/t 0-100 kg S <sup>2</sup> /t 10-20 kg tot-N/t
<b>Vaskeri</b> - våtvask	20-60 m <sup>3</sup> /t	20-60 m <sup>3</sup> /t	20-40 kg BOF <sub>7</sub> /t 10-20 kg tot-P/t
<b>Galvanisk industri</b>	20-200 l/m <sup>2</sup>	20-200 l/m <sup>2</sup> <1 m <sup>3</sup> /h* max 10 m <sup>3</sup> /h	3-30 g tm/m <sup>2</sup> 2-20 g CN/m <sup>2</sup>

Tabell 11.2 Typiske forurensningsparametere for et utvalg industrivirksomheter med høyt forurensningspotensial.m.fl. Kilder: VAV (1980) og Henze (2002).

Industri	Andre kommentarer	Konsentrasjon i påslipp
<b>Meierier</b> - melk for konsum - ost - blandet produksjon	t = tonn målt som melk NB: pH-variasjoner kan påregnes i utløp	500-1500 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 1000-2000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 1000-2000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup>
<b>Slakterhus</b> - slakting  - slakting+kjøttspesialiteter - kjøttspesialiteter	tp = tonn produkt NB: sterk lukt, stivt hår, desinfeksjonsmidler Stor variasjon i vannproduksjon avh produksjonstype	500-2000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 10-20 g tot-P/m <sup>3</sup> 1000-2000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 1000-2000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup>
<b>Bryggeri</b> Øl og mineralvann	m <sup>3</sup> * = produkt NB: høy pH	1000-3000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup>
<b>Hermetikkfabrikk</b> - potet (tørt skrelling) - potet (våt skrelling) - rødbete - gulrot - erter - blandet produksjon - fisk	t = tonn råmateriale     tf = tonn ferdig produkt	1000-2000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 2000-3000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 3000-5000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 800-1500 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 1000-2000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 5000-10 000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup>
<b>Tekstilindustri</b> - hele industrien - bomull - ull - syntetiske fibre	t = tonn råmateriale NB: høy vanntemp., ekstreme pH-verdier, klorgass, H <sub>2</sub> S-gass, farlige kjemikalier	100-1000 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 200-600 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 500-1500 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup> 100-300 g BOF <sub>7</sub> /m <sup>3</sup>
<b>Garveri</b> - blandet produksjon - skinn - pels	t = tonn råmateriale NB: krom, pH-variasjoner, slam og hår	1000-2000 g BOF <sub>7</sub> /t 30-70 g Cr/t 0-100 g S <sup>2</sup> /t 200-400 g tot-N/t
<b>Vaskeri</b> - våtvask	t = tonn tøy NB: høy temp.	300-800 g BOF <sub>7</sub> /t 10-50 g tot-P/m <sup>3</sup>
<b>Galvanisk industri</b>	m <sub>2</sub> = m <sub>2</sub> overflateareal tm = tungmetaller * 50 % av all galvanoidindustri har en flow <1 m <sup>3</sup> /h NB: løsningsmidler, cyanid, ekstreme pH-verdier, tungmetaller, kompleksbindere	Før egen rensing: ca 150 g tm/m <sup>3</sup> ca 100 g CN/m <sup>3</sup> Etter egen rensing: 1-10 g tm/m <sup>3</sup> 0,1-0,5 g CN/m <sup>3</sup>

## 12. Vedlegg 5. Spørreskjema

Kartlegging av uvanlige forhold knyttet til drift av avløpsrenseanlegg.

Forurensningsforskriften åpner for at en prøvetaking på et utslipp kan forkastes og ikke telle med i renseresultatene som skal rapporteres til forurensingsmyndigheten dersom prøvetakingen skjedde på et tidspunkt der man kan påvise at det var uvanlige forhold. Begrepet "uvanlige forhold" er ikke klart definert og skaper grunnlag for forvirring. NIVA har fått i oppdrag fra SFT å utrede og anbefale en fortolkning av forurensningsforskriftens forbehold om "uvanlige forhold" vedrørende analyseresultater. I den forbindelse skal NIVA gjennomføre en kartlegging av hva som betraktes som uvanlige forhold knyttet til driften av avløpsrenseanlegg og hvilke driftsmessige konsekvenser slike forhold kan medføre. For å kunne gjennomføre denne kartleggingen er vi avhengig av informasjon fra det enkelte avløpsrenseanlegg. Vi har derfor laget et skjema med en del spørsmål vedrørende begrepet "uvanlige forhold". Vi håper dere kan sette av litt tid til å besvare disse spørsmålene og sende inn utfylt skjema til oss. Hvis det er spørsmål/uklarheter så ikke nøl med å ta kontakt med undertegnede.

På forhånd takk for hjelpen!

## SPØRRESKJEMA – ”UVANLIGE FORHOLD VED NORSKE AVLØPSRENSSEANLEGG”

Anlegget navn	
Adresse	
Hydraulisk kapasitet	
Årlig behandlet vannmengde	
Renseprinsipp vann	
Renseprinsipp slam	

### 1. Forutsette uvanlige hendelser med driftsmessige konsekvenser (betydning for renseresultatet)

Eks.: reparasjoner, større vedlikehold, ombygginger, endringer i renseprosess (innkjøring av nye  
kjemikalier, enhetsprosesser etc.)

Vurdering av betydning for drift/renseresultat: 1 = liten, 2 = moderat (25-50 % reduksjon), 3 = stor  
(50-75 % reduksjon), 4 = katastrofal (ca 100 % reduksjon)

HVA, HVOR LENGE og evt. HVOR (Opplevd siste 5 år)	KONSEKVENSER (spesifisering av de mest alvorlige)	HYPPIGHET	KONSEKVENSENS VARIGHET				
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4		
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4		
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4		

*Flere hendelser dere vil nevne? Ekstra plass i skjema bakerst!*

## 2. Uforutsette uvanlige hendelser med driftsmessige konsekvenser (betydning for renseresultatet)

Eks.: strømbrudd, alvorlige industripåslipp, ulykker, ekstrem nedbør, oversvømmelser etc.

Vurdering av betydning for drift/renseresultat: 1 = liten, 2 = moderat (25-50 % reduksjon), 3 = stor (50-75 % reduksjon), 4 = katastrofal (ca 100 % reduksjon)

HVA, HVOR LENGE og evt. HVOR (Opplevd siste 5 år)	KONSEKVENSER (spesifisering av de mest alvorlige)					HYPPIGHET	KONSEKVENSENES VARIGHET
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4		
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4		
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4		
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4		

*Flere hendelser dere vil nevne? Ekstra plass i skjema bakerst!*



**3. Driftsforstyrrelser uten synlig årsak**

Av og til kan det være vanskelig å se foranledningen for en driftsforstyrrelse.

GENERELLE BETRAKTNINGER	
Om hyppighet	Om alvorlighet/konsekvenser/varighet

Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):					1	2	3	4
---	--	--	--	--	---	---	---	---

**4) Driftsforstyrrelser forårsaket av industripåslipp**

Sett X:

Er det industrier i deres område med betydelige påslipp til avløpsnettet?	Ja	Nei
---	----	-----

**Hvis JA**, hadde det vært fint om dere kunne svart så detaljert som mulig på følgende spørsmål:

**A) Beskrivelse av påslippene:**

Hvilke er de viktigste?	Type avløpsvann	Størrelse av påslipp	Ubehandlet påslipp?	Utjamnet påslipp?
1.				
2.				
3.				

**B) Effekter av påslippene:**

Har dere opplevd driftsforstyrrelser som har kunnet bli direkte eller med mistanke være knyttet til disse påslippene? Hvis JA, fra hvilke(n) og hvor stort?
Var påslippet avtalt på forhånd, et rent uhell eller ansett som miljøkriminalitet? Hvis ikke avtalt, hvordan ble påslippet oppdaget?
Hvilke typer driftsforstyrrelser ble observert? F.eks overskridelse av kapasitet i enkelte enhetsprosesser? Negativ effekt på kjemisk felling eller biologisk omsetning? Forverret slamsedimentering og/eller slamflukt?
Vedvarte driftsforstyrrelsene lenge etter at påslippet angivelig hadde blitt stoppet/reduert?
Har dere kontrollrutiner for å oppdage denne typen problempåslipp?

**Fortsettelse fra spørsmål 1 og 2.** Her kan dere nevne flere hendelser hvis dere ikke fikk plass lenger oppe.

HVA	KONSEKVENSER	HYPPIGHET	KONSEKVENSENS VARIGHET
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1234	
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1234	

	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4	
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4	
	Vurdering av alvorlighet for driftsresultatet (sett X):	1	2	3	4	

## 13. Vedlegg 6. Prinsipper for analysemetodene.

### Prinsippene for analysemetodene

#### Totalfosfor

Komplekse, uorganiske fosfater og organisk bundet fosfor omdannes til ortofosfat ved oppslutning med peroksodisulfat i surt miljø. Oppslutningen skjer ved koking i lukket scintillasjonsbeholder i autoklav. I en løsning med svovelsyrekonsentrasjon ca. 0.1 mol/l reagerer ortofosfat med molybdat og treverdig antimon til en gulfarget molybdofosforsyre. Denne reduseres av askorbinsyre til et blåfarget heteropolykompleks (molybdenblått). Absorbansen til komplekset måles ved 880 nm. For prøver med høyt innhold av organisk stoff må en kraftigere oksidasjonsmetode benyttes. Oksidasjon av prøver med høyt kloridinnhold (sjøvann og brakkvann) gir fritt klor. Interferens fra klor elimineres av askorbinsyren under den fargefremkallende reaksjon.

#### Totalnitrogen

Organiske og uorganiske nitrogenforbindelser oksideres til nitrat ved oppslutning med kaliumperoksodisulfat i alkalisk miljø. Nitrat bestemmes som nitritt etter reduksjon i en kobberbelagt kadmiumkolonne i en bufret løsning med pH = 8,0 – 8,5.

Nitritt reagerer i sur løsning (pH = 1,5 – 2,0) med sulfanilamid til en diazoforbindelse, som kobles med N-(1-naftyl)etylendiamin til et azofargestoff. Absorbansen til dette måles spektrofotometrisk ved bølgelengden 540 nm.

#### Biokjemisk oksygenforbruk

Biokjemisk oksygenforbruk ( $\text{BOF}_n$ ) angir den mengde oksygen som er forbrukt i en testprøve inkubert i n døgn ved  $20 \pm 1,0$  °C. Det biokjemiske oksygenforbruket anvendes generelt som et tilnærmet mål for mengden av lett nedbrytbart organisk materiale.

Testprøven fortynnes med oksygenmettet fortynningsvann (i forhold til innhold av organisk stoff), tilsatt podemateriale for å sikre at det er et tilstrekkelig antall aerobe mikroorganismer tilstede ved start. Allyl-tiourea (ATU) skal være tilsatt for å undertrykke nitrifikasjon. Prøven inkuberes ved 20 °C i helt fylte, tette glassflasker og ikke eksponert for lys.

Testprøvens innhold av oppløst oksygen måles før og etter inkubasjonen. Samtidig bestemmes oksygenforbruket i podet fortynningsvann. Det biokjemiske oksygenforbruket i testprøven beregnes på grunnlag av forbrukt oksygen, korrigert for oksygenforbruk i fortynningsvann og fortynningsfaktor for testprøven. Beregnet  $BOD_n$  angis som mg oksygen forbrukt pr. liter.

### **Kjemisk oksygenforbruk**

Prøven oppsluttes i to timer ved 148°C med svovelsyre tilsatt sølv som katalysator, dikromat som oksidasjonsmiddel og kvikksølvulfat som demper kloridinterferens. En del av dikromatet reduseres av oksiderbart materiale i prøven. Mengden dikromat som reduseres påvirker løsningens farge, og denne endringen bestemmes fotometrisk. Kjemisk oksygenforbruk beregnes ut fra den mengde dikromat som er gått med til oksidasjonen.

### **Suspendert stoff**

Denne metodebeskrivelsen benyttes ved bestemmelse av suspendert tørrstoff, og gløderest av dette i avløpsvann. Nedre bestemmelsesgrense er 5 mg/l, men denne grensen er avhengig av filtrert prøvevolum. Prøven filtreres gjennom glassfiberfilter Whatman GF/C, som tørkes ved 105 °C og veies. Det suspenderte tørrstoffet i prøven representeres ved filterets vektøkning. Filteret glødes ved 550 °C og resten bestemmes gjennom veiing. Vektreduksjonen ved glødingen er glødetapet.